



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

Dottorato in Economia, Territorio e Sviluppo – Indirizzo Analisi Congiunturale,
Territoriale e della Qualità Totale

Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali e Statistiche
Settore Scientifico Disciplinare SECS-S/02

Europe 2020: analisi multidimensionale a livello macro e micro
per il confronto e il monitoraggio nel settore delle rinnovabili

IL DOTTORE
Marcella Giacomarra

IL COORDINATORE
Prof. Fabio Mazzola

IL TUTOR
Dott.ssa Filippa Bono

INDICE

INTRODUZIONE	3
---------------------	---

CAPITOLO PRIMO

INQUADRAMENTO POLITICO-LEGISLATIVO DELLA PROMOZIONE DELLE FONTI RINNOVABILI NELL'UNIONE EUROPEA

1.1. Dal 1985 al 2000: i primi atti legislativi per la promozione delle fonti rinnovabili a livello Europeo	7
1.2. Dal 2000 al 2004: la Direttiva 2001/77/EC e il target indicativo del 21% entro il 2010	10
1.2.1. Valutazione intermedia del 2004: il limite di aver considerato esclusivamente il settore elettrico	14
1.3. Il target vincolante del 20%: la Direttiva 2009/28/EC e l'inserimento dei tre settori energetici	16
1.3.1. Il difficile compromesso sui meccanismi di cooperazione e flessibilità	18
1.3.2. Progetti comuni tra Stati Membri e Paesi Terzi: sicurezza energetica o diversificazione della dipendenza energetica	21
- <i>Il caso Nord Africa: il progetto DESERTEC</i>	22
- <i>Il caso Russia: progetto RUSTEC</i>	24
1.3.3. Rischi di natura economica e geopolitica dei progetti congiunti con i Paesi Terzi	26
1.4. Strumenti di finanziamento Europei per la promozione delle energie rinnovabili (1999/2013)	27
1.4.1. Programmi di finanziamento gestiti direttamente dalla Commissione Europea	28
1.4.2. Strumenti catalizzatori di idee e investimenti privati	30
1.4.3. Fondi di Investimento: il coinvolgimento della Banca Europea degli Investimenti (BEI)	31
1.5. Aiuti di Stato nell'Unione Europea: l'inserimento degli scopi energetici	33
1.6. Conclusioni	38
<i>FOCUS ITALIA: Recepimento Direttive comunitarie e principali modifiche nel sistema energetico nazionale.</i>	40

CAPITOLO SECONDO

REGIMI DI SOSTEGNO FINALIZZATI ALLA PENETRAZIONE NEL MERCATO ELETTRICO NAZIONALE DELLE FONTI RINNOVABILI: UN'ANALISI PER VALUTARNE L'IMPATTO A LIVELLO NAZIONALE

Introduzione	46
2.1. Descrizione dei principali regimi di sostegno utilizzati a livello Europeo (dal 1996 al 2012)	46
2.2. Valutazione dell’impatto dei regimi di sostegno sulla potenza installata di fotovoltaico in Europa (1996/2011)	50
2.3. Metodi di analisi per la valutazione dei regimi di sostegno nel settore delle rinnovabili	51
2.4. Il metodo STATIS-WDEA per la valutazione dell’impatto dei regimi di sostegno sulle installazioni di Fotovoltaico in 11 Stati Membri	53
2.4.1. Analisi in componenti principali	53
2.4.2. Data Envelopment Analysis (DEA)	55
2.4.3. L’utilizzo combinato di ACP-DEA	60
2.4.4. Il metodo STATIS-WDEA	60
2.5. Applicazione del metodo STATIS-WDEA e risultati	62
2.6. Conclusioni	73
<i>FOCUS: CASO GERMANIA</i>	75

CAPITOLO TERZO

L’INDICATORE DI MONITORAGGIO DELLA EU2020 A LIVELLO REGIONALE

Introduzione	78
3.1. Standardizzazione, ponderazione e aggregazione: metodi a confronto	79
3.2. <i>Literature review</i> sulla produzione scientifica e da parte di Organizzazioni Internazionali di indici sintetici multidimensionali	82
3.3. Indicatori elementari a livello regionale Italiano: base teorica	87
3.3.1. Dataset	90
3.4. Metodo delle penalità per coefficiente di variazione: Adjusted Mazziotta Pareto Index (MPI)	103
3.5. Risultati e ipotesi di trasferibilità	106
3.6. Conclusioni	112
CONCLUSIONI	116
Bibliografia	120

INTRODUZIONE

La Strategia EUROPE 2020 (European Commission, 2010) rappresenta il secondo pacchetto di riforme economiche che l'Unione Europea (UE) ha avviato, di concerto con gli altri Stati Membri, per tentare di rispondere alla crisi economica in atto dal 2006. Molto similmente a quanto accaduto nel 2000, con il varo della Strategia di Lisbona, anch'essa contenente un piano di riforme per migliorare la competizione Europea con il resto del mondo, anche stavolta l'UE intende rispondere congiuntamente alla sfida economica in atto. Ciò che è diverso tra le due Strategie è sicuramente il contesto di riferimento: la Lisbona viene ideata in un momento in cui gli Stati Uniti d'America (USA) e il Giappone registravano, rispetto all'UE, elevati livelli di occupazione e di crescita economica. A quell'epoca, l'arretratezza Europea veniva prevalentemente attribuita alle rigidità del mercato dei beni e del lavoro nonché all'assenza di investimenti nel settore della ricerca. Di contro, la situazione economica in cui si inserisce la *Europe 2020* (EU2020), che presenteremo di seguito, è invece caratterizzata da una crisi economica che interessa in egual misura UE e USA, costrette a far fronte alle conseguenze della crisi finanziaria ed ambientale, nonché a competere con nuove realtà economiche: Cina e India (Morel et al., 2012).

Basandosi sugli errori del passato, la nuova Strategia risulta senza dubbio maggiormente concreta e misurabile rispetto a quanto previsto nella Lisbona, capace inoltre di inglobare maggiori sfide, e puntando l'attenzione sia sulla ripresa economica che sulla coesione sociale.

Crescita sostenibile, intelligente e solidale ... queste le priorità che caratterizzano la EU2020, promossa dalla Commissione Europea nel Marzo 2010, con l'obiettivo specifico di consentire all'Unione di superare il gap competitivo con il resto del mondo e di affrontare le nuove sfide mondiali. L'UE si è posta cinque target *misurabili* in materia di occupazione, ricerca e innovazione, cambiamento climatico ed energia, istruzione e lotta alla povertà, da raggiungere entro il 2020, individuando specifiche iniziative in diversi settori strategici (le cosiddette *flagships*). Nell'ambito di ciascuna iniziativa, le Amministrazioni Europee e Nazionali sono state chiamate a coordinare gli sforzi al fine di rendere maggiormente efficaci gli interventi programmati, puntando particolare enfasi sul coinvolgimento diretto di tutti i livelli di governo: Nazionale, Regionale e Locale. Relativamente a quest'ultimo punto, è infatti importante sottolineare come in questa occasione l'UE abbia preso coscienza del fatto che l'attuale crisi finanziaria ed economica può essere superata con successo solo ed esclusivamente se si agirà in modo congiunto. In altre parole, le lezioni del passato hanno ampiamente dimostrato che agire singolarmente, coinvolgendo un numero ristretto di Stati Membri, porta qualsiasi strategia di recupero economico al fallimento. Stesso discorso se analizziamo la questione a livello interno di singolo Stato Membro: nei processi

di coesione economica è necessario coinvolgere nelle azioni di riforma tutte le Regioni che fanno parte di una determinata Nazione, e non soltanto alcune di esse. Se ciò non viene rispettato, il risultato altro non è se non il rafforzamento di processi di polarizzazione, che agiscono a discapito della ripresa economica complessiva e in particolare delle aree maggiormente arretrate.

La presente tesi di dottorato si inserisce esattamente nel contesto più ampio della Strategia EU2020, tentando di individuare strumenti adatti a misurare non soltanto i progressi raggiunti a livello di Stati Membri (livello macro), ma anche di analizzare il livello micro (le Regioni), valutandone le performance relativamente ai target di cui prima.

Da un punto di vista politico-programmatico, l'architettura della EU2020 risulta essere sufficientemente forte e ben pensata. Basata su due pilastri principali, di cui il primo prettamente tematico e settoriale (rappresentato dai target misurabili e dalle flagship), e il secondo orientato esplicitamente alle azioni di coordinamento e di *reporting* in favore dei singoli Stati Membri al fine di supportarli nella promozione di adeguate politiche. Prevede, tra l'altro, un'attività di coordinamento che coinvolge tutti gli Stati Membri, supportandoli in egual misura nel difficile processo di recupero, evitando di favorire le tre velocità che da sempre caratterizzano l'UE. A tal fine, la stessa Unione si è dotata di un articolato strumento di monitoraggio e coordinamento maggiormente strutturato, affidando specifiche competenze ad ogni organo Europeo, affinché la Strategia possa essere adeguatamente adottata e rispettata in ciascun Stato Membro.

Un simile approccio sinergico e partecipativo, che prevede il coinvolgimento di tutti i livelli di governo, lasciando spazio di manovra anche dal basso (*from the bottom*), dovrebbe probabilmente consentire il raggiungimento di migliori performance rispetto a quanto accaduto con la Strategia di Lisbona. Nonostante le visioni ottimistiche, al momento non è semplice poter monitorare i progressi raggiunti dalle singole Regioni relativamente al raggiungimento dei target né tantomeno consultare dati aggiornati circa la valutazione di alcune politiche promosse in materia di EU2020 o comunque in settori ad essa trasversali. Per quanto concerne l'effettivo coinvolgimento delle Regioni nonché del loro ruolo attivo, si fa spesso riferimento al *Europe 2020 Monitoring Platform*, un organismo informale creato in seguito all'approvazione della EU2020. Composto e gestito dal Comitato delle Regioni (Committee of the Regions, CoR), si occupa specificatamente di monitorare l'implementazione della EU2020 a livello regionale. Secondo le conclusioni della Quinta Relazione di Monitoraggio sull'implementazione della EU2020 (CoR, 2015), si ribadisce in realtà un'assenza di coordinamento tra Regioni e Governi Centrali, favorendo in questo modo i tanto citati processi di polarizzazione che causano il rallentamento, per non dire il blocco totale, della ripresa economica delle regioni arretrate. Sebbene il contributo della EU Monitoring Platform risulti essenziale per garantire un minimo di monitoraggio a livello regionale, nonché una concreta azione di lobbying,

non è comunque sufficiente. Tra l'altro, nelle considerazioni tecniche prodotte dal CoR si fa riferimento, nelle fasi di valutazione, a dati statistici basati sugli indicatori stabiliti a livello UE senza andare oltre, dunque restando a livello macro.

A tal proposito, la presente tesi di dottorato intende colmare l'attuale gap esistente negli strumenti di valutazione utilizzati dall'UE per monitorare l'andamento delle politiche economiche e della EU 2020, soprattutto a livello regionale. In questo contesto, e partendo dal presupposto che il processo di riforma prospettato dalla EU2020 investe diversi settori economici (dal mercato del lavoro, alle politiche fiscali, dagli investimenti nell'istruzione al mercato dell'energia), è stato individuato un settore economico di particolare rilievo, quello delle Fonti di Energia rinnovabile (FER), quale oggetto di analisi a livello macro e micro. Il settore delle FER, le cui discussioni sono state avviate dalla fine degli anni '80, ha incontrato non poche difficoltà nel raggiungimento di accordi congiunti, ampiamente accettati dagli Stati Membri. Il capitolo I concentra, dunque, l'attenzione sui principali atti legislativi che dal 1986 ad oggi hanno portato all'emanazione delle Direttive 2001/77/EC e 2009/28/EC, strumenti di indiscutibile importanza nel settore energetico, che hanno comportato un drastico cambiamento di rotta nelle Politiche Nazionali degli Stati Membri in materia di FER. Il capitolo si conclude con un accenno alla recente riforma alla materia degli Aiuti di Stato a livello Europeo, anch'essa soggetta a modifiche sostanziali proprio in vista degli interventi infrastrutturali necessari per garantire un effettivo Mercato Unico dell'Energia.

Conclusa la panoramica politico-legislativa che ha portato allo sviluppo della Politica Energetica Europea, il capitolo II scende nel dettaglio dell'analisi presentando una valutazione dell'effetto delle politiche energetiche implementate tra il 1996 e il 2010 negli Stati Membri. Sin da subito, infatti, è risultato evidente che l'introduzione delle FER, fonti basate su tecnologie ancora poco mature, avrebbe avuto bisogno di un sostegno finanziario di un certo rilievo. La tecnologia risultava ancora incapace di competere con le fonti di energia convenzionale. A tal fine, sono stati individuati una serie di strumenti (i cosiddetti "regimi di sostegno") in grado di sostenere il settore sia da un punto di vista della ricerca e sviluppo (R&S) e sia da un punto di vista dell'offerta (sostegno agli investimenti, agevolazioni fiscali per i produttori di FER, meccanismi di sconto e di premio per i produttori di FER che immettessero quote di rinnovabile nella Rete Elettrica Nazionale, etc.). Diversi i periodi in cui i regimi di sostegno sono stati implementati negli Stati Membri, nonché diverse le forme di sostegno che hanno avuto maggiore successo. Con l'obiettivo di valutarne l'effetto in termini di Mega Watt installati, il secondo capitolo concentra l'attenzione sul settore fotovoltaico (uno dei settori FER maggiormente diffuso nonché beneficiario di maggiore sostegno finanziario), valutando l'effetto dei "regimi di sostegno", in 11 Stati Membri UE. Inoltre, i risultati ottenuti consentono di abbozzare delle proposte utili per il processo di armonizzazione

degli stessi, attualmente oggetto di discussione a livello Europeo. Da un punto di vista metodologico, sono state utilizzate due tecniche di analisi in grado di analizzare dati in serie storiche, e allo stesso tempo capaci di cogliere l'importanza intrinseca non solo del tempo ma anche degli Stati Membri e delle variabili considerate: si tratta del metodo STATIS (*Structuration des Tableaux A Trois Indices de la Statistique*) e della *Data Envelopment Analysis* nella versione Window (DEA-W).

Dall'analisi a livello macro del capitolo II, il capitolo III analizza il fenomeno a livello micro, tentando una scomposizione e seguente valutazione degli sforzi che a livello regionale sono stati compiuti, non solo a livello energetico ma anche in considerazione di altri target riconducibili alla EU2020. Obiettivo del capitolo III è quello di creare un indice sintetico di monitoraggio della EU2020 utilizzando dati statistici aggiornati al 2013 per le 20 Regioni Italiane. Ad oggi non esiste un indice di questo tipo, nonostante la riconosciuta importanza strategica. Nell'ottica del raggiungimento dei target della EU2020 e dell'approccio partecipativo che il Consiglio ha voluto dare alla Strategia, risulta interessante la creazione di un indice in grado di cogliere i progressi e/o i fallimenti che ciascuna Regione in ciascun Stato Membro sta realizzando. Monitorare l'andamento dei progressi per garantire una certa libertà di manovra ai policy-makers, capaci in questo modo di intervenire laddove possibile tentando di modificarne il verso *in itinere*. L'indice sintetico proposto è stato denominato IM_EU2020, ed è basato su un metodo non compensativo in serie storiche, ispirato all'*Adjusted Mazziotta Pareto Index* (Adjusted MPI).

Alla base del presente lavoro, e trasversalmente presente in ciascun capitolo, vi è la consapevolezza dell'importanza di adeguati strumenti di monitoraggio e valutazione. Considerazione imprescindibile per il successo di qualsiasi politica di convergenza e sviluppo economico.

CAPITOLO 1

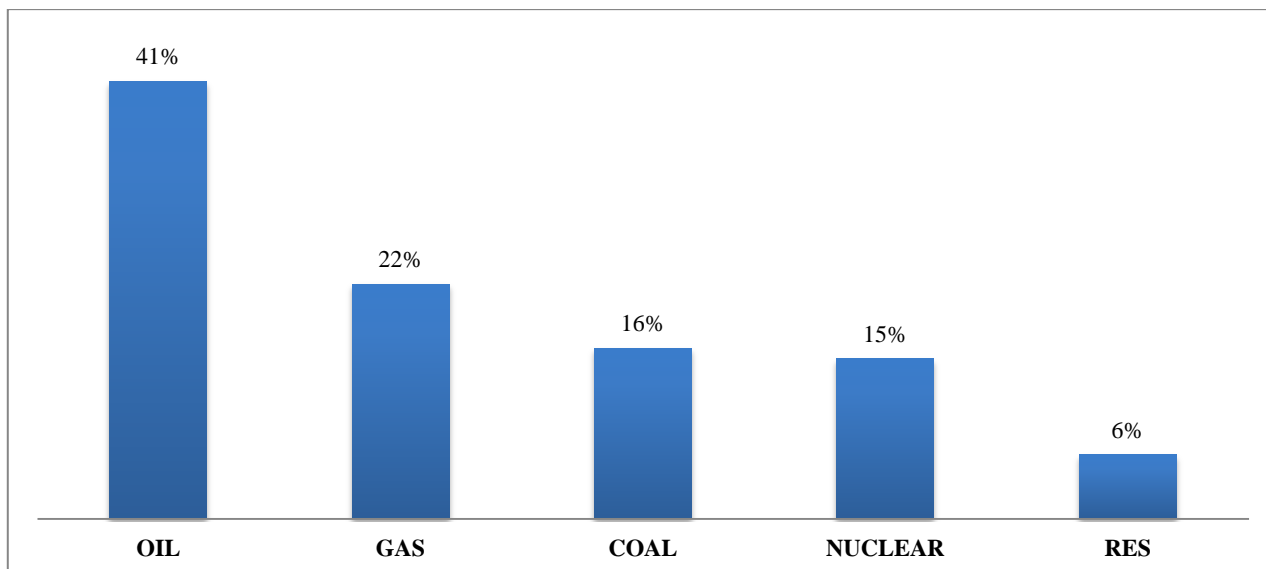
1.1. Dal 1985 al 2000: i primi atti legislativi per la promozione delle fonti rinnovabili a livello Europeo

L'impegno dell'Unione Europea per la promozione delle fonti rinnovabili risale al 1984. In quegli anni il potenziale delle rinnovabili veniva già interpretato nell'ottica della sicurezza energetica che avrebbe potuto garantire nel medio periodo, nonostante la consapevolezza che una effettiva espansione sarebbe dipesa essenzialmente da ingenti sforzi economici e politici da parte di tutti gli attori coinvolti.

I primi documenti programmatici di rilievo vengono pubblicati a partire dal 1984: a tal fine, si ricorda la Comunicazione della Commissione "*Member States energy policies: main issues for the future*", nonché i risultati pubblicati dal gruppo di lavoro dell'Energy 2000, che apriranno le porte alla discussione energetica a livello Europeo. Il primo importante riconoscimento legislativo sarà invece rappresentato, nel 1986, dalla Risoluzione del Consiglio "*New Community energy policy objectives for 1995 and convergence of the policies of the Member States*" (Council, 1986). La Risoluzione, per la prima volta nella storia della Politica Energetica Europea, porrà l'attenzione sull'importanza del coordinamento e dell'armonizzazione delle politiche energetiche nazionali, sottolineando la necessità di tenere sotto controllo la domanda energetica interna. Si fissò un target generico di produzione di energie rinnovabili, chiedendo, tra l'altro, agli Stati Membri informazioni aggiornate e regolari sui dati energetici interni dal 1985 al 1995 con l'obiettivo operativo di avviare un primo controllo delle politiche nazionali in atto. In realtà, al termine dei 10 anni (1985 – 1995), il raddoppio della quota di FER nella produzione di elettricità non venne raggiunto. Soltanto quattro paesi in quell'anno raggiunsero importanti risultati nella produzione FER (puntando soprattutto sulle foreste e sulle risorse idriche), ovvero: Portogallo (15.7 %), Finlandia (21.8 %), Austria (23.3 %) e Svezia (28.5 %).

Gli sforzi della Commissione Europea nel settore energetico non si possono comprendere fino in fondo se non si tiene in considerazione il fatto che, agli inizi degli anni '90, non esisteva una conoscenza esaustiva delle politiche energetiche nazionali, rendendo particolarmente difficile legiferare in materia. L'unica cosa certa, in quel periodo, era la forte dipendenza dell'UE dalle importazioni di energia, nonché la scarsa, in alcuni casi nulla, incidenza delle FER nel consumo finale (Figura 1):

Figura 1. Fonti energetiche utilizzate per soddisfare la domanda interna di energia nel 2000 (UE 15)

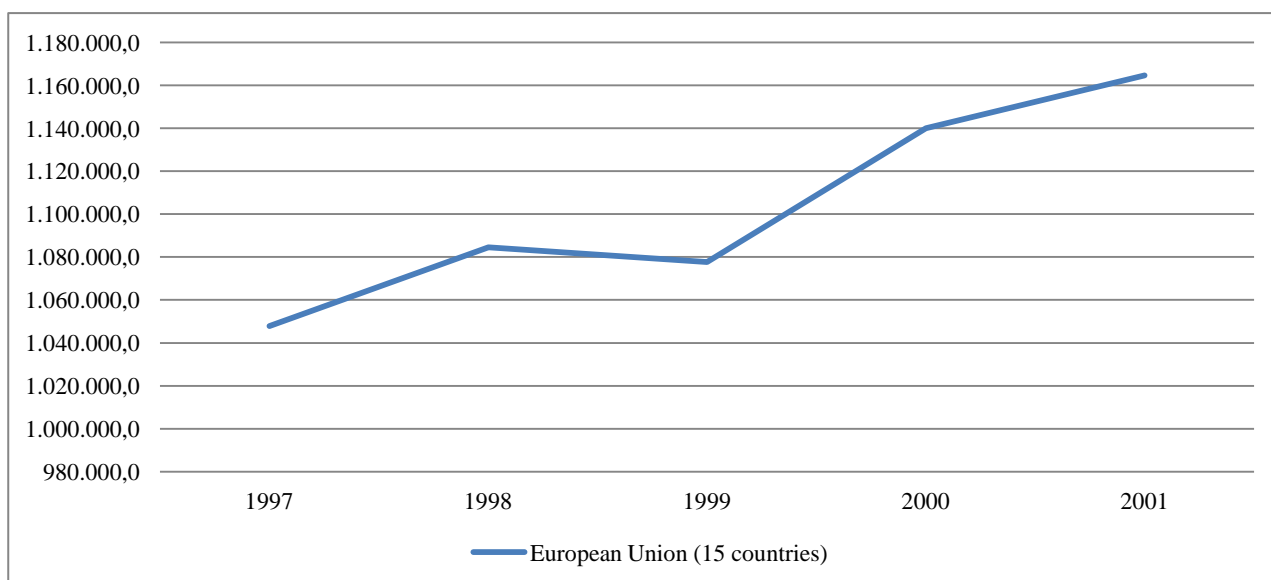


Fonte: (COM(2000) 769 final)

A poco più di dieci anni dalla Risoluzione del 1986, la situazione non era cambiata di molto: la domanda interna di energia dell'UE a 15 era quasi del tutto soddisfatta dai combustibili fossili, mentre solo il 6% dalle FER.

A tutto ciò si aggiunga che le importazioni di combustibili fossili continuavano ad aumentare (Figura 2):

Figura 2. Importazioni di combustibili fossili nell'Europa a 15 (1997 – 2001)



Fonte: EUROSTAT - Imports (by country of origin) - all products - annual data [nrg_121a] – (unit of measure: Thousand tonnes of oil equivalent - TOE)

In questo contesto alquanto particolare da un punto di vista di politica economica internazionale, si colloca la pubblicazione del Libro Bianco “*Energy for the Future: Renewable Sources of Energy*” (COM(97) 599), con cui la Commissione Europea avvia in maniera più incisiva la promozione delle FER, espressamente al fine di garantire: sicurezza dell’approvvigionamento energetico, rispetto ambientale, competitività e crescita sostenibile. Nel Libro Bianco si propone di raddoppiare il contributo FER nel consumo lordo totale dell’UE, prospettando un *target indicativo* del 12% da raggiungere entro il 2010¹ (COM(2001) 69). Subito dopo, Giugno 1998, il Consiglio adotterà una Risoluzione (Council, 1998) con cui esprimerà consenso sul contenuto del Libro Bianco, definendolo una base solida per l’avvio di azioni concrete a livello Europeo e Nazionale. Accettazione sarà di lì a poco espressa anche dal Parlamento Europeo, il quale chiederà, in particolare, l’istituzione di una *Task Force* sulle FER, nonché l’ipotesi di inserire un Capitolo Energetico all’interno del Trattato Istitutivo. Infine, il Comitato delle Regioni, converrà su quanto discusso e proposto nei precedenti documenti, auspicando la creazione di un’Agenzia Europea per le Energie Rinnovabili. Infine, gli effetti positivi che un siffatto dispiegamento di risorse in favore dell’introduzione delle FER all’interno di ciascun Stato Membro, riceverà particolare enfasi dalle discussioni contenute nei documenti del Comitato Economico e Sociale.

Il Libro Bianco, che già di per sé rappresentava un importante *milestone* nella politica energetica Europea, acquisirà ulteriore forza con la pubblicazione del Libro Verde “*Towards a European strategy for the security of energy supply*” (COM(2000) 769), mediante il quale la Commissione Europea farà riferimento alla necessità di ridurre la dipendenza energetica Europea, presentando possibili alternative di tipo politico, economico ed infrastrutturale. Tra i diversi suggerimenti, la Commissione puntava particolare attenzione su quegli aspetti che avrebbero potuto concretamente ostacolare un’effettiva diffusione delle RES, come ad esempio nel caso dell’idroelettrico: in questo settore, infatti, un possibile ostacolo da dover tenere in seria considerazione, riguardava l’ostruzionismo delle comunità locali laddove sarebbe stata ipotizzata la costruzione di nuove centrali di produzione. Infine, le ultime discussioni del documento, furono riservate ad aspetti inerenti il sostegno finanziario necessario per avviare la macchina: infatti, era evidente che l’introduzione effettiva delle FER non poteva prescindere da ingenti sforzi finanziari finalizzati a sostenere gli investimenti iniziali. Era, inoltre, necessario modificare le regolamentazioni nazionali e regionali che fino ad allora avevano disciplinato il settore energetico, con l’obiettivo di garantire priorità ai nuovi impianti FER nella produzione energetica nonché di gestire al meglio la pianificazione territoriale per la localizzazione degli stessi. Il documento terminava con l’esortazione a trovare un giusto compromesso politico sui punti strategici prima

¹ Target indicativo accettato l’anno successivo in sede di Consiglio Europeo

elencati, che si sarebbe dovuto concretizzare, all'incirca entro il 1998, nell'emanazione della prima Direttiva in materia.

La Politica Energetica Europea poneva i primi passi in un contesto economico-politico caratterizzato da elevati livelli di dipendenza energetica dalle esportazioni estere, nonché da un massiccio utilizzo di combustibile fossile, e una scarsa incidenza di FER sul totale energetico prodotto. Tutto questo, unitamente all'assenza di un coordinamento a livello di politiche nazionali energetiche, rendeva la sfida particolarmente ardua, soprattutto nel breve-medio periodo. In assenza di un reale cambio di direzione dell'andamento del consumo energetico lordo, l'Europea si sarebbe dovuta arrendere alla quasi totale dipendenza dall'estero, con tutte le relative conseguenze geopolitiche del caso. Il primo periodo (1985 – 2000), si concluderà con l'individuazione di tre priorità sulla base delle quali bisognava concretamente attivarsi:

1. miglioramento sicurezza approvvigionamento energetico, mediante la promozione di partnership strategiche con i principali paesi importatori di energia;
2. incremento produzione di energia da fonti rinnovabili, mediante concrete azioni di supporto finanziario, sia a livello Europeo che di singolo Stato Membro;
3. riduzione della dipendenza energetica Europea, intervenendo sul contenimento della domanda interna.

1.2. Dal 2000 al 2004: la Direttiva 2001/77/EC e il *target indicativo* del 21% entro il 2010

Nonostante l'esortazione della Commissione Europea a giungere in tempi relativamente brevi all'emanazione della prima Direttiva (2001/77/EC), bisognerà attendere l'Ottobre del 2001 per poter avere il documento definitivamente approvato. Il ritardo sarà prevalentemente attribuito alle difficoltà incontrate da Parlamento Europeo, Consiglio dei Ministri e Commissione Europea.

Di seguito si riportano gli articoli più salienti della Direttiva, completi dei commenti relativi alle difficoltà incontrate per giungere ad un compromesso il più possibile condiviso.

La Direttiva 2001/77/EC rappresenta uno dei principali traguardi dell'Unione Europea in materia Energetica, capace, allo stesso tempo, di produrre, da un lato, risposte concrete a quanto richiesto dalla Comunità Internazionale relativamente agli impegni di Kyoto per la riduzione dei gas serra, e dall'altro lato in materia di FER. La novità più importante fu innanzi tutto l'introduzione di *target indicativi* per la produzione di FER che ciascun Stato Membro doveva proporre, in questo modo garantendo in ciascun Paese la penetrazione nei mercati nazionali delle rinnovabili nel medio periodo. Infatti, l'individuazione di "*target*" avrebbe consentito di quantificare e misurare l'impegno di ciascun Stato Membro, assicurando stabilità e credibilità, e consentendo di pianificare investimenti con livelli di certezza definiti. Si decise di fissare un *target indicativo* globale del 12 %

del consumo interno lordo di energia entro il 2010, in particolare definendo una quota indicativa del 22,1% di elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili. L'identificazione della percentuale da considerare quale target non fu particolarmente semplice, in quanto l'approvazione della Direttiva avvenne in un periodo particolarmente delicato per l'UE: dopo soli tre anni, l'Unione Europea sarebbe, infatti, passata da 15 a 25 Stati Membri. Esattamente tenendo in considerazione i futuri sviluppi in materia di allargamento, si decise che fino al 2004 (data del primo allargamento) il target indicativo per le FER sarebbe rimasto pari al 12%, mentre dal 2004 in poi il target sarebbe passato a 21%.

Sebbene l'individuazione di target nazionali possa essere erroneamente accomunata a quanto previsto nei meccanismi di Kyoto (*quota trade*), la Direttiva specificava fin da subito che “...*does not require Member States to recognise the purchase of a guarantee of origin from other Member States or the corresponding purchase of electricity as a contribution to the fulfilment of a national quota obligation*”. In questo modo risultava ancora più chiaro l'obiettivo concreto dell'Unione Europea: garantire un'effettiva produzione di specifiche quote di FER da parte di ciascun singolo Stato Membro. Soltanto la garanzia di origine bisognava che fosse rispettata (art. 5), in questo modo facilitando il commercio dell'elettricità prodotta dalle FER e, contemporaneamente, assicurando trasparenza per il consumatore finale che avrebbe avuto la possibilità di scegliere tra elettricità prodotta da fonti non rinnovabili o da FER. A tal fine, gli Stati Membri furono invitati ad identificare al loro interno un organismo che si sarebbe occupato di gestire questi aspetti.

L'art. 1 della Direttiva 2001/77/EC, chiedeva agli Stati Membri di avviare azioni specifiche finalizzate ad incoraggiare al massimo il consumo di elettricità prodotta dalla FER, in modo proporzionale ai target nazionali fissati. Saranno finalmente attivate *procedure di coordinamento e monitoraggio* (art. 3), secondo cui gli Stati Membri dovevano adottare e pubblicare, a cadenza quinquennale, una relazione che fissava i target nazionali indicativi (in termini di % di consumo di elettricità per i prossimi 10 anni), descrivendo le misure pianificate a livello nazionale per raggiungere lo scopo. La prima relazione era attesa per il 27 Ottobre 2002. Mentre ogni due anni, vi era l'obbligo di pubblicare una seconda relazione che includesse un'analisi circa il raggiungimento dei target nazionali indicativi, specificando tra l'altro eventuali fattori climatici che ne avessero favorito il successo.

Inoltre, si ponevano le prime basi per la regolamentazione delle reti di trasmissione, sottolineando la necessità per gli Stati Membri di adottare misure necessarie per garantire la trasmissione e distribuzione di elettricità prodotta da FER, garantendo a queste ultime un accesso prioritario (art 7).

Con non poche difficoltà, si raggiunse un compromesso anche per quanto concerne la complicata questione dell'impianto finanziario necessario a sostenere l'introduzione delle FER, e che si concretizzò nell'art. 4, attraverso il quale veniva regolamentato il sistema dei Regimi di sostegno (*Support Schemes*). A tal proposito, sin dal 1997, la Commissione Europea proponeva che si procedesse con un'armonizzazione dei regimi di sostegno, in particolare seguendo il modello del commercio dei certificati verdi, certa che questo fosse l'approccio che più di tutti avrebbe ridotto rapidamente il costo delle rinnovabili. Soltanto nel 1999, la Commissione cambiò posizione, ipotizzando di includere, nel processo di armonizzazione, anche altre tipologie di sostegno, non chiaramente identificate, tanto che, la prima bozza di Direttiva, pubblicata nel 2000, conteneva una parte in cui si affermava l'impossibilità a fornire, in quel momento, nessuna informazione circa la possibilità di armonizzare il sistema dei *support schemes*. Il Parlamento Europeo, a differenza della Commissione, era invece molto più propenso a considerare nel processo di armonizzazione l'approccio del *Feed In Tariff* (FIT), ribadendo il successo che un siffatto sistema aveva registrato nella maggior parte dei Paesi Membri che lo avevano già implementato (successo misurato in termini di nuove installazioni, quindi in Mega Watt). Tra i parametri considerati nella valutazione di efficacia dei Regimi di sostegno, infatti, il Parlamento teneva in considerazione gli aspetti relativi alla capacità di promuovere l'installazione di nuovi impianti piuttosto che a criteri prettamente economici, come invece preferiva la Commissione Europea. Dal canto suo, il Consiglio, si accodò alla posizione del Parlamento, senza specificare un metodo di armonizzazione, e chiedendo che si procedesse ad un approfondimento dei diversi *support schemes* implementati dagli Stati Membri, auspicando la presentazione di analisi che tenessero in considerazione più gli aspetti ambientali che quelli economici. In conclusione, si decise di inserire, all'interno dell'art. 4, il paragrafo (2) in cui si affermava che la Commissione Europea avrebbe prodotto una relazione ben documentata sull'esperienza maturata durante l'applicazione e la coesistenza dei diversi Regimi di sostegno entro il 27 Ottobre 2005 e, allo stesso tempo, si inserì un emendamento che introduceva un periodo transitorio affinché i Regimi attualmente utilizzati da ciascun Stato Membro rimanessero invariati per un minimo di 7 anni². In questo modo, anche se la Commissione avesse pubblicato il Rapporto entro la data prevista, i Regimi di Sostegno utilizzati in quella data negli Stati Membri, anche se non espressamente elencati nel Report, avrebbero comunque potuto operare fino al 2012 (Rowlands, 2005). Nel mese di Dicembre 2005, con qualche mese di ritardo, la Commissione Europea pubblicherà il sopra citato Rapporto, dal titolo "*The support of electricity from renewable energy sources*" (COM(2005) 627). Il documento conteneva una descrizione dettagliata dei *support schemes* utilizzati dagli Stati Membri fino a quella data, classificandoli in 4 categorie: *Feed In*

² Vedi Art. 4 (2)(e).

Tariffs, certificati verdi, gare d'appalto e incentivi fiscali. Il documento non proponeva alcun sistema di armonizzazione, bensì ribadiva l'importanza di far sì che i sistemi attualmente utilizzati venissero lasciati liberi di competere. Non era ancora possibile identificare chiari vantaggi e svantaggi di ciascuno di essi, in quanto si trattava di un sistema ancora troppo giovane. Anche se l'ipotesi di armonizzazione venne per quel momento accantonata, la Commissione Europea auspicò per un'ottimizzazione dei sistemi nazionali allora in uso, soprattutto accelerando i processi di rimozione delle barriere amministrative nonché il potenziamento delle reti di trasmissione e distribuzione, evitando il più possibile sistemi *stop-and-go* (COM(2005) 627). L'ipotesi di armonizzazione non troverà risposta immediata, sebbene l'interesse continuerà ad essere costantemente presente nei futuri documenti programmatici.

Oltre agli scontri ideologici che si manifestarono durante le discussioni volte a proporre sistemi di sostegno maggiormente condivisi, altri aspetti furono oggetto di accesi dibattiti, che causarono un ritardo nell'approvazione della Direttiva. Di seguito citiamo le problematiche legate al target indicativo nonché quelle derivanti dall'assenza di una definizione condivisa di rinnovabile. Per quanto concerne il carattere *indicativo*, e non vincolante, del target, è possibile asserire che, da un punto di vista politico-programmatico, un target generico affinché possa essere effettivamente rispettato, producendo gli effetti attesi, dovrebbe essere "vincolante". Per quanto si possa essere d'accordo con questa impostazione, nella realtà dei fatti, e nel caso specifico della Direttiva, altri interessi di tipo economico e strategico vennero in luce. Infatti, se da un lato la Commissione Europea optava per il carattere vincolante dei target nazionali, sin da subito gli Stati Membri, definendo particolarmente ambizioni i target proposti da quest'ultima, si opposero affinché non venissero resi vincolanti³. Lo stesso Commissario, allora responsabile della Direttiva, Loyola de Palacio, affermò esplicitamente di aver preferito dei target vincolanti, ma che era stato costretto ad abbandonare il piano a causa delle forti resistenze mostrate dagli Stati Membri.

Altra difficoltà riguardò la definizione stessa di *rinnovabile*. Infatti, gli Stati Membri tentarono il più possibile di inserire quante più fonti possibili nella definizione finale, in modo da poter garantire la più ampia libertà di scelta e di movimento nel raggiungimento dei propri target nazionali. In altri termini, più risorse venivano incluse nella definizione di *rinnovabile* più facile sarebbe stato raggiungere i target fissati. A tal proposito, oltre le discussioni relative all'idroelettrico, un'accesa controversia interessò la definizione di Biomassa. Se da un lato la Commissione propose di definire biomassa "i prodotti derivanti dall'agricoltura e dalla silvicoltura, i rifiuti vegetali derivanti dall'agricoltura, silvicoltura e dall'industria agroalimentare, includendo

³ Vedi Art. 3 Obiettivi Indicativi Nazionali.

rifiuti non trattati del legno e rifiuti di quercia”, dall’altro lato Italia, Olanda e Gran Bretagna insistettero affinché anche i *rifiuti* venissero inseriti nella definizione finale, come alla fine accadde:

Biomassa: la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani.

(Direttiva 2001/77/CE - Art. 2 (b))

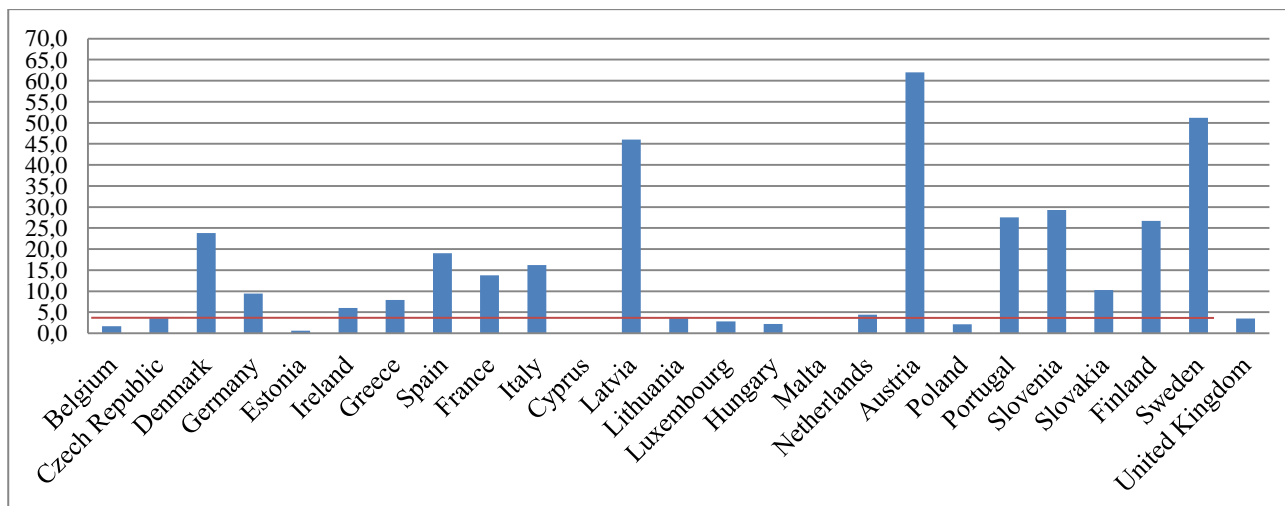
Come era prevedibile, il primo importante atto legislativo in materia di rinnovabile turbò animatamente gli animi degli Stati Membri, in quanto per la prima volta si entrava nel merito di questioni particolarmente delicate e altamente complesse. Ciononostante, si giunse ugualmente al traguardo, avviando concretamente la nuova politica Europea sulle rinnovabili.

1.2.1. Valutazione intermedia del 2004: il limite di aver considerato esclusivamente il settore elettrico

Con la Direttiva 2001/77/EC, il quadro legislativo Europeo in materia di energie rinnovabili inizia a prendere forma. Adesso era la volta degli Stati Membri: era necessario avviare azioni a livello locale, regionale e nazionale per raggiungere i target nazionali. Nel 2004, la Commissione Europea ricevette i primi Progress Reports da parte degli Stati Membri⁴, in cui questi ultimi avrebbero dovuto indicare i progressi verso il raggiungimento dei target nazionali (Art. 3(4), Direttiva 2001/77/EC). Sin da subito, emerse chiaramente che con le politiche e le misure implementate fino ad allora si sarebbe riusciti a raggiungere soltanto il 18-19% di FER entro il 2010, e non il 21% (quindi un aumento di non più di 4-5 punti rispetto al 2000). Una delle principali cause di questo primo parziale fallimento risiedeva nel fatto che molti Stati Membri non avevano implementato adeguate politiche attive nel settore delle rinnovabili. Anche nel settore delle FER, prendeva forma un’Europa a più velocità (Figura 3):

⁴ Ad eccezione di Italia, Lussemburgo e Finlandia, i quali tardarono nell’invio dei Progress Reports.

Figura 3. Quota di Elettricità prodotta da Fonti rinnovabili (%) – Anno 2004 – UE 25



Fonte: EUROSTAT – Energy - Share of renewable energy in electricity (nrg_ind_335).

La linea orizzontale di colore rosso sta ad indicare il valore medio dell'UE 25: l'Unione risultava nettamente divisa in due parti. Infatti, grazie alla quota interna raggiunta da Spagna, Danimarca, Finlandia, Portogallo, Svezia e Austria, era stata raggiunta una media Europea pari a 14,9% (COM(2006) 849).

Il primo esperimento di programmazione energetica non era di certo andato male, sebbene fosse stato evidenziato un forte squilibrio negli sforzi affrontati dai singoli Stati Membri. In particolare, analizzando i Report, vennero in luce le seguenti motivazioni che con alta probabilità portarono al fallimento del target complessivo:

- insufficienza di adeguate risorse finanziarie da destinare alla promozione delle rinnovabili.
- assenza di target *vincolanti* per la produzione delle FER;
- sistema di regolamentazione Europeo, relativamente al settore dei trasporti, ancora troppo debole;
- assenza di una regolamentazione specifica per quanto concerneva il settore del riscaldamento e del raffreddamento;
- diverse situazioni di partenza e potenziali caratterizzanti i singoli Stati Membri.

Per molti di questi punti, la Commissione Europea tenterà subito di porre rimedio, invitando caldamente gli Stati Membri a massimizzare l'utilizzo dei Fondi Strutturali per promuovere azioni in favore delle FER, e avviando una riforma (Febbraio 2004) degli stessi, per il settennio 2007/2013 (COM(2004) 366). Per quanto riguardava i settori esclusi dal conteggio del consumo totale di elettricità, la Direttiva mostrò subito i limiti intrinseci: raggiungere dei target relativi al "consumo elettrico complessivo", escludendo il settore dei trasporti e del riscaldamento/raffreddamento dal conteggio totale, era una sfida praticamente impossibile. A titolo di esempio, basti considerare che il settore del riscaldamento/raffreddamento contava per circa il 50% del consumo totale di energia

dell'UE e, allo stesso tempo, offriva un elevato potenziale di dispiegamento da parte delle FER (biomassa, solare, geotermico).

Facendo tesoro delle esperienze del 2001 e del 2004, il Consiglio dei Capi di Stato e di Governo, riunitosi nel Marzo 2006, chiese alla Commissione Europea di pensare ad una nuova strategia nel campo della promozione delle FER, proponendo un nuovo target pari al 15% entro il 2015 (misurato in termini di consumo interno lordo), target aumentato al 20% entro il 2020 ad opera del Parlamento Europeo. Target confermato dalla Commissione Europea nell'Ottobre 2006 con una prima comunicazione, dal titolo "*Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential*" (COM(2006)545), e seguita da una seconda, dal titolo "*Renewable Energy Road Map - Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future*" (COM(2006) 848).

Certi che il target del 2010 non sarebbe stato raggiunto e avendo ormai chiare le principali difficoltà che avevano portato al fallimento, era volontà comune quella di cambiare rotta e individuare una nuova strategia di promozione attraverso il rafforzamento e l'espansione dell'impianto legislativo, nonché facendo sì che ciascun Stato Membro si impegnasse concretamente nel raggiungimento del target. In questo contesto, la Commissione Europea proporrà un target "*vincolante*", abbandonando definitivamente il carattere "*indicativo*".

Nel 2007, il Parlamento Europeo chiederà ufficialmente alla Commissione Europea di presentare il prima possibile una proposta di Direttiva aggiornata alla luce dei recenti sviluppi.

1.3. Il target *vincolante* del 20%: la Direttiva 2009/28/EC e l'inserimento dei tre settori energetici

La Direttiva 2009/28/CE (2009/28/CE) sarà approvata nel 2009. Con essa, Parlamento Europeo e Consiglio si accordarono definitivamente nel chiedere agli Stati Membri target *vincolanti* compatibili con il raggiungimento del 20% di FER per il settore energetico e del 10% per il settore dei trasporti entro il 2020, assicurando, in questo modo, certezza e fiducia al mercato, nonché agli imprenditori potenziali investitori. Dato il carattere vincolante dei nuovi target, si decise di tenere in considerazione le situazioni di partenza di ciascun Paese nonché il potenziale interno prima di stabilire effettivamente i target nazionali. Per questo motivo, si decise che il mix energetico di ciascuno Stato poteva variare, e che solo per i trasporti il target era il medesimo per tutti (ovvero, il 10%). Gli Stati dovevano redigere ed approvare un Piano di Azione Nazionale per le rinnovabili che includesse i target nazionali per i tre settori energetici, da inviare alla Commissione Europea entro il 30 Giugno 2010. Il primo cambiamento riguardò, dunque, il calcolo complessivo della quota di energia prodotta con le FER (art. 5, Direttiva 2009/28/EC):

consumo finale lordo di elettricità prodotta da FER +
 consumo finale lordo di energia prodotta da FER per il riscaldamento/raffreddamento +
 consumo finale di energia prodotta da FER nei trasporti =

CONSUMO FINALE LORDO DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI

Con l'obiettivo specifico di tenere in opportuna considerazione il potenziale FER degli Stati Membri nel raggiungimento dei target *vincolanti*, la Direttiva introduce lo strumento dei **meccanismi cooperazione**, mediante i quali è possibile produrre FER collaborando con altri Stati UE oppure con Paesi Terzi (COM(2011) 31). La materia è ampiamente disciplinata dagli articoli 6, 7, 8, 9, 10, e 11 della Direttiva 2009/28, di cui si riporta un dettaglio:

Tabella 1. Meccanismi di cooperazione previsti dalla Direttiva 2009/28/CE

Art. 6 Trasferimenti statistici tra Stati membri Gli Stati membri possono convenire e concludere accordi per il trasferimento statistico da uno Stato membro all'altro di una determinata quantità di energia da fonti rinnovabili.
Art.7; Art. 8 Progetti comuni tra Stati membri Due o più Stati membri possono cooperare su tutti i tipi di progetti comuni per la produzione di elettricità, calore e freddo da fonti energetiche rinnovabili. Tale cooperazione può comprendere operatori privati.
Art. 9; Art. 10 Progetti comuni tra Stati membri e paesi terzi Uno o più Stati membri possono cooperare con uno o più paesi terzi su tutti i tipi di progetti comuni per la produzione di elettricità da fonti rinnovabili. Tale cooperazione può comprendere operatori privati. L'elettricità così prodotta può essere considerata nel calcolo del target nazionale se: l'elettricità è consumata nella Comunità; l'elettricità è prodotta in un impianto di nuova costruzione entrato in esercizio dopo il 25 giugno 2009 o da un impianto che è stato ristrutturato, accrescendone la capacità, dopo tale data nell'ambito di un progetto comune; la quantità di elettricità prodotta ed esportata non ha beneficiato di un sostegno da parte di un regime di sostegno di un paese terzo diverso da un aiuto agli investimenti concesso per l'impianto.
Art. 11 Regimi di sostegno comuni: due o più Stati membri possono decidere, su base volontaria, di unire o coordinare parzialmente i loro regimi di sostegno nazionali. In questi casi una determinata quantità di energia proveniente da fonti rinnovabili prodotta nel territorio di uno Stato membro partecipante può essere computata ai fini dell'obiettivo nazionale generale di un altro Stato membro partecipante.

L'utilizzo dei *regimi di sostegno comuni* (art. 11) e dei *progetti comuni tra Stati Membri* (art. 7; art. 8), rappresenta un chiaro passo in avanti verso l'inserimento delle FER in un più ampio mercato energetico Europeo (COM(2011) 31). Si trattava di strumenti nuovi per i Governi, tanto che già nel 2010, fu creato il *Concerted Action on the Renewable Energy Sources Directive - CARES* (CARES, 2014), strumento informale finalizzato a garantire un costante dialogo tra le Autorità Nazionali, responsabili dell'applicazione della Direttiva 2009/28, per lo scambio costante di *best*

practices, e il cui fine ultimo era quello di favorire lo sviluppo degli approcci congiunti tra Stati Membri previsto dalla Direttiva ⁵.

1.3.1. *Il difficile compromesso sui meccanismi di cooperazione e flessibilità*

Uno degli aspetti più spinosi che non poco ha intralciato l'approvazione della Direttiva 2009/28/EC ha riguardato la "flessibilità dei target": bisognava far sì che gli Stati Membri potessero scambiare "virtualmente" energia rinnovabile attraverso i loro confini. In altre parole, era necessario supportare, nel raggiungimento dei target nazionali, tutti quegli Stati Membri che registrassero uno scarso potenziale di FER o il cui accesso fosse particolarmente oneroso rispetto ad altri Stati.

A tal riguardo, diverse erano state le proposte presentate in sede di redazione della Direttiva. Sin dal 1999, la Commissione Europea aveva proposto il commercio dei certificati verdi quale strumento di flessibilità. Posizione non condivisa da Parlamento Europeo e Consiglio che, in alternativa, optavano per l'inserimento di *Progetti Congiunti* e *Regimi di Sostegno Congiunti*. Nel 2008, la Commissione Europea proporrà due tipi di meccanismi di flessibilità:

- a) lo scambio di certificati basati sulla Garanzia di Origine (GOs) tra Stati Membri;
- b) il commercio di GOs tra persone giuridiche con sede in diversi Stati Membri (il commercio tra privati),

Ai due meccanismi di sopra, la Commissione introduceva specifiche restrizioni:

- nel caso a), soltanto quegli Stati Membri la cui quota di FER avesse raggiunto o superato il target intermedio dei due anni precedenti potevano trasferire GOs ad altri Stati Membri.
- nel caso dell'opzione b):

I. il commercio di GOs era consentito soltanto per gli impianti commissionati dopo l'entrata in vigore della Direttiva, escludendo dal commercio le FER prodotte da impianti già esistenti, evitando interferenze con i regimi di sostegno già erogati agli impianti esistenti, che avrebbe causato un raddoppio dei compensi per i produttori.

II. un produttore FER poteva scegliere di beneficiare del regime di sostegno di un altro Stato Membro. Se così fosse stato, le produzioni di FER di quell'impianto sarebbero state supportate esclusivamente da quel determinato regime di sostegno e le relative GOs conteggiate nel target dello Stato Membro che erogava il finanziamento.

III. nel caso in cui il commercio di GOs avesse avuto effetti sull'offerta di energia, o su obiettivi ambientali o, ancora, sul raggiungimento del target nazionale di uno Stato

⁵ Iniziata nel 2010, la prima fase del CA-RES si è conclusa nel Luglio 2013, dopo 3 anni di lavoro di successo. La seconda fase (CA-RES II) è iniziata nell'Agosto 2013 e sarà valida fino al 2016. Il CA-RES II è strutturato in 7 temi centrali: schemi di supporto per il settore elettrico, meccanismi di cooperazione, FER per riscaldamento, reti di elettricità, Garanzia di Origine, biomassa, e FER nel settore dei trasporti.

Membro, lo stesso avrebbe avuto la possibilità di introdurre un sistema di “*autorizzazione preventiva*” al fine di controllare il commercio di GOs.

La proposta della Commissione ricevette ampie critiche sia dai sostenitori che dagli oppositori dei GOs: si obiettava soprattutto la legalità dell’*autorizzazione preventiva*. Infatti, dato che i GOs erano considerati dei “*beni commerciabili*” veniva in questo modo violato l’art. 28 del Trattato, disciplinante la “libera circolazione dei beni”, in quanto si introducevano restrizioni al commercio. Se la questione fosse andata avanti, il tutto sarebbe stato portato davanti la Corte Europea di Giustizia, creando ritardi e ostacoli alla piena approvazione della Direttiva stessa (Klessmann, 2009).

La risposta del Parlamento Europeo non tardò ad arrivare: il progetto della Commissione venne totalmente rigettato, e nuove proposte vennero presentate. Come prima cosa, si proponeva che il conteggio del target avvenisse sulla base delle statistiche energetiche, e non dei GOs: gli Stati Membri potevano trasferire (vendendo o acquistando) energia rinnovabile per il raggiungimento del target nazionale basandosi esclusivamente sulle statistiche. Infine, il trasferimento era consentito soltanto nel caso in cui lo Stato Membro “venditore” avesse superato il target intermedio dei due anni precedenti. Per quanto riguarda il trasferimento di FER tra personalità giuridiche, il conteggio poteva avvenire tramite l’introduzione dei *Transfer Accounting Certificates* (TACs). I TAC, avrebbero sostituito i GOs nel loro ruolo di certificati per garantire la flessibilità del target. Inoltre, il trasferimento dei TAC sarebbe stato consentito soltanto se lo Stato che li avrebbe emessi avesse superato il target intermedio dei due anni precedenti.

La proposta del Parlamento risolveva in parte la complessità derivante dall’inammissibilità del commercio di GOs, separando la funzione di questi ultimi da quella dei TACs, nonché sottolineando il carattere *volontario* del sistema di trasferimento dei certificati.

Poco dopo (giugno 2008), e con molta sorpresa da parte di molti, viene discussa una proposta di emendamento congiunto⁶ a firma di Germania, Polonia e Regno Unito, che ricevette ampio consenso da altri Stati Membri, divenendo una vera e propria contro proposta a quanto suggerito dalla Commissione, e di cui si riportano i punti principali:

- I. Esclusione dei certificati per il raggiungimento dei target, sia nella forma di GOs, sia in quella di TACs.
- II. Ammissibilità del trasferimento di FER tra Stati Membri (per raggiungimento dei target) solo se basato sul trasferimento statistico notificato alla Commissione.

⁶ La proposta venne diffusa nella forma di non-paper, cioè documento di discussione non ufficiale.

- III. Introduzione del carattere volontario dei meccanismi di flessibilità, tra i quali vengono contemplati: trasferimenti statistici tra Stati Membri, progetti congiunti e la combinazione di target nazionali per l'utilizzo di regimi di sostegno congiunti.
- IV. Eliminazione del requisito di superamento del target intermedio da parte dello Stato Membro che intendesse partecipare ad uno dei meccanismi di flessibilità.

Si ribadiva, complessivamente, la centralità dello Stato Membro, tradotta nel controllo totale da parte di quest'ultimo nella partecipazione ai suddetti meccanismi.

Nel 2010 la maggior parte degli Stati Membri aveva raggiunto i target intermedi previsti per il 2011/2012: Austria, Bulgaria, Repubblica Ceca, Danimarca, Germani, Grecia, Spagna, Francia, Lituania, Malta, Olanda, Slovenia e Svezia non solo avevano superato il target nazionale ma in più avevano produzione FER in eccesso da poter trasferire ad altri Stati. In questo contesto, le previsioni lasciavano ben sperare, ipotizzando un superamento del target del 20% previsto entro il 2020.

Da un punto di vista programmatico, in questo stesso periodo gli obiettivi Europei in materia di FER saranno inclusi nella strategia Europe 2020 per una crescita rapida, sostenibile ed inclusiva (COM(2010) 2020). Nel documento, la Commissione proporrà 5 target misurabili da raggiungere entro il 2020, che bisognava tradurre in target nazionali. I settori di applicazione previsti riguardavano: occupazione, ricerca e innovazione, cambiamento climatico ed energia, istruzione e lotta alla povertà. Tra le sette iniziative faro inserite nella Strategia, una è stata esplicitamente dedicata alla produzione e diffusione delle FER, ovvero "*Resource efficient Europe*", il cui obiettivo era esattamente quello di supportare gli Stati Europei nel difficile passaggio verso economie a bassa intensità di carbone, aumentando la quota di FER, e modernizzando il settore dei trasporti.

Nonostante i segnali ottimistici, la sicurezza dell'offerta interna di energia dell'UE continua tutt'oggi ad essere rallentata da ritardi negli investimenti e nel progresso tecnologico. Oggi, circa il 45% della produzione elettrica Europea deriva da fonti a bassa intensità di carbone, quali nucleare e idroelettrico. Inoltre, nonostante i progressi raggiunti nel settore delle FER, la competitività Europea a livello internazionale, misurata in termini di attrattività di investimenti, continua ad essere ancora non eccellente, come sottolineato dal *Renewable Energy Country Attractiveness Index*⁷, un indice prodotto dagli analisti di Ernst and Young. L'indice riporta i dati

⁷ Per il calcolo del RECAI, I ricercatori considerano tre macro-aree (definite *drivers*): 1. *Macro drivers*; 2. *Energy market drivers*; 3. *Technology market drivers*. Per ognuno dei macro-drivers vengono individuati dei sub-drivers, ovvero: 1. *Macro stability* (che rappresenta la stabilità economica e politica); 2. *Investor climate* (indicante la facilità di investire); 3. *Prioritization of renewables* (caratterizzato da variabili connesse all'offerta e domanda energetica; al livello di sostegno politico; la competitività delle FER; ed infine, l'importanza attribuita dai governi alle politiche di decarbonizzazione); 4. *Bankability of renewables* (misurata in termini di: costo e disponibilità finanziaria; infrastrutture

sull'attrattività di 40 paesi nel settore delle FER, indicando in USA e Cina le mete migliori in termini di fattibilità degli investimenti (Tabella 2):

Tabella 2. RECAI – 2010/2014

RECAI Rank	FEB_2010	FEB_2011	FEB_2012	FEB_2013	FEB_2014	JUN_2014
1	USA	USA	USA	CHINA	USA	USA
2	CHINA	CHINA	CHINA	GERMANY	CHINA	CHINA
3	GERMANY	GERMANY	GERMANY	USA	GERMANY	GERMANY
4	INDIA	INDIA	INDIA	INDIA	JAPAN	JAPAN
5	ITALY	UK	ITALY	FRANCE	UK	CANADA
6	SPAIN	ITALY	UK	UK	CANADA	UK
7	UK	FRANCE	FRANCE	JAPAN	INDIA	INDIA
8	FRANCE	SPAIN	CANADA	CANADA	AUSTRALIA	FRANCE
9	CANADA	CANADA	BRAZIL	ITALY	FRANCE	AUSTRALIA
10	PORTUGAL	PORTUGAL	AUSTRALIA	AUSTRALIA	SOUTH COREA	BRAZIL

Fonte: Ernst and Young – RECAI (24:2010; 28:2011; 33:2012; 36:2013; 40:2014; 41:2014).

Dando uno sguardo alle prime 10 posizioni, sei paesi Europei sono ai primi posti, ma soltanto negli anni 2010 e 2011. Un cambiamento nel ranking è avvenuto a partire dal 2012, con la presenza di 3 Paesi Europei tra i primi 10 paesi maggiormente attrattivi. Alla luce di queste considerazioni, è necessario ribadire che la leadership Europea deve affrontare inevitabilmente queste sfide, mediante concreti sforzi a livello infrastrutturale e di mercato.

1.3.2. Progetti comuni tra Stati Membri e Paesi Terzi: sicurezza energetica o diversificazione della dipendenza energetica

La Direttiva 2009/28/EC consente agli Stati Membri UE di raggiungere i loro target nazionali importando elettricità derivante da fonti rinnovabili prodotta in Paesi extra-UE, attraverso la realizzazione di progetti comuni con Paesi Terzi (art. 9 e 10). In parte ispirati ai meccanismi di flessibilità previsti dal Protocollo di Kyoto, anche in questo caso è consentito ad uno Stato Membro di utilizzare la produzione da fonti rinnovabili prodotta in Stati, definibili, virtuosi.

Alla luce degli obiettivi di crescita e sviluppo economico che rappresentano l'oggetto del presente lavoro, discuteremo nel paragrafo che segue due importanti progetti comuni i cui risultati saranno probabilmente visibili nel medio – lungo periodo.

I progetti comuni tra Stati Membri e Paesi Terzi, concretamente, ammettono l'ipotesi che uno Stato Membro supporti economicamente la costruzione di nuovi impianti di produzione FER in Paesi Terzi, o la ristrutturazione di impianti già esistenti, e che computi l'elettricità prodotta (ed

energetiche e abilità di connettere le FER alla rete; accessibilità del mercato FER; liquidità presente nel mercato delle transazioni); 5. Project attractiveness (disponibilità delle risorse naturali; potenzialità dell'attrattività; maturità della tecnologia; previsioni di crescita; e forza della filiera locale).

esportata nell'UE) da questi impianti nel raggiungimento del proprio target nazionale. Al 2011, soltanto l'Italia e il Lussemburgo avevano esplicitamente inserito la possibilità di realizzare progetti congiunti con Paesi Terzi. L'inserimento di questo strumento poggia su basi di tipo socio-economico ed infrastrutturale: infatti, se da un lato molti Stati Europei hanno realmente scarse potenzialità di produzione ed investimento di FER nei propri territori, è anche vero che molto spesso nuovi progetti di investimento per la produzione di FER incontrino la riluttanza delle comunità locali⁸ (potenziali sedi dei nuovi impianti) per l'eccessivo inquinamento acustico derivante dalla produzione o a causa della deturpazione del paesaggio, come nel caso degli impianti eolici.

La motivazione che ha portato alla presentazione, in questa sede, dei due progetti risiede nel fatto che, nel discorso generale della politica energetica europea e degli sforzi finora fatti in questa direzione, le due esperienze innescano un serie di riflessioni di tipo economico e politico che l'Europa sta attualmente affrontando, e che completano senza dubbio il quadro complessivo.

In particolare, di seguito presenteremo il progetto DESERTEC e il progetto RUSTEC, entrambi proposti per consentire all'UE, e ai singoli Stati Membri, di raggiungere il target del 20% di FER entro il 2020, e quello dell'80% entro il 2050, nella consapevolezza che senza gli investimenti nei Paesi Terzi il target sarà difficilmente raggiungibile. I due progetti considerati in termini di effetti positivi che avrebbero sul sistema energetico europeo, saranno discussi nell'ottica dei rischi per la dipendenza energetica che ne potrebbero derivare.

Il caso Nord Africa: il progetto DESERTEC

Conosciuto, in letteratura e tra i Media Europei, come *Mediterranean Solar Plant* (MSP), il Desertec è uno dei più vasti progetti finalizzati allo sfruttamento del potenziale dell'energia solare ricavabile dalla Regione Mediterranea. Le previsioni, particolarmente ambiziose degli investitori indicano la possibilità di fornire il 15% dell'offerta elettrica Europea mediante lo sfruttamento dell'energia solare impiantata nell'area denominata MENA (*Middle East e Northern Africa*) entro il 2050. Mettendo da parte le ottimistiche ipotesi di sfruttamento rese possibili in quest'area dagli elevati livelli di radiazione solare, bisogna comunque fare i conti con i costi relativi alla realizzazione della rete di trasmissione che non solo ad oggi non esiste ma, in più, dovrebbe essere costruita sotto il mare, causando una lievitazione dei costi di investimento (Lilliestam & Ellenbeck, 2011). A tal proposito, viene spesso citato lo scarso livello di competitività che, ancora oggi,

⁸ Ciò che la letteratura internazionale ha definito con il termine “not in my backyard” (NIMBY).

caratterizza la produzione solare rispetto ad altre FER maggiormente competitive, quali biomasse, idroelettrico e eolico *on shore*⁹.

Il progetto, che nella sua ampia accezione, ha preso il nome di DESERTEC, è stato inizialmente ipotizzato nel 1980 da Gerhard Knies, fisico tedesco, fondatore del *Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation* (TREC), il network di ricercatori che per primi avviarono gli studi di fattibilità dell'intervento. Consideriamo che in quegli anni si era da poco verificato l'incidente di Chernobyl, e il mondo si domandava come poter produrre energia in modi alternativi e soprattutto evitando rischi particolarmente elevati. Le proposte avanzate dal TREC furono, in seguito, oggetto di approfondimento e studio ad opera di un secondo gruppo di ricercatori tedeschi appartenenti al Centro Aerospaziale Tedesco (DLR). Infine, nel 2003 l'idea sarà concettualizzata dal Club di Roma e dal *National Energy Research Center* della Giordania nel *DESERTEC Concept*. Da lì, la fondazione della DESERTEC Foundation con l'obiettivo di promuovere l'idea in tutto il mondo, e che nel 2009, supporterà l'istituzione del DESERTEC Industrial Initiative (DII), un consorzio di società finanziarie e industriali (in cui troviamo la Siemens, E.on, e la Deutsche Bank), il cui obiettivo è esattamente quello di accelerare la realizzazione del DESERTEC nelle aree EU-MENA (Desertec, 2014).

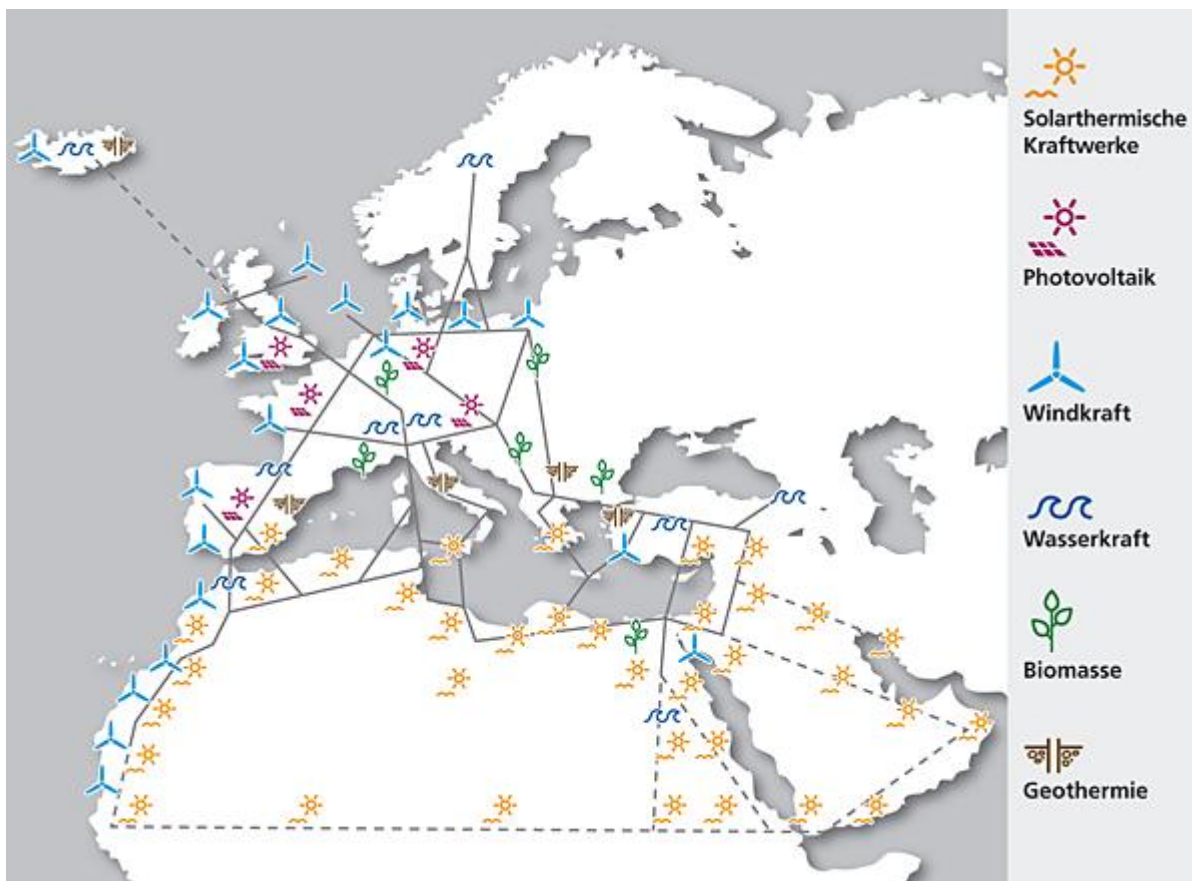
La vision del *DESERTEC Concept* è di offrire alla società civile e al mondo economico importanti quantità di energia rinnovabile e pulita prodotta nelle aree desertiche ed aride della Terra. Alla base vi è la perfetta adattabilità delle zone più aride del mondo alla produzione di energia solare, sia in considerazione dell'abbondante quantità di radiazioni solari che della scarsa densità di popolazione caratterizzante l'area. Inoltre, grazie alla tecnologia ad oggi disponibile, l'energia così prodotta potrebbe essere convertita in elettricità e trasmessa ai centri di domanda: le reti elettriche ad alto voltaggio possono, infatti, trasmettere fino a 3.000 km senza particolari perdite. In quest'ottica, se si considera che circa il 90% della popolazione mondiale vive entro 3.000 km dalle aree desertiche e aride, risulta chiaro il potenziale del DESERTEC. A parte gli evidenti benefici ambientali, i sostenitori del progetto sottolineano gli impatti di tipo socio-economico derivanti dagli investimenti nelle aree desertiche: oltre ad esportare l'elettricità prodotta, una porzione di essa potrebbe essere utilizzata per dissalare le acque marine dell'area, e renderle utilizzabili per usi civili. La considerazione è da contestualizzare con le secolari problematiche di tipo socio-sanitario vissute nell'area MENA dove tra il 1980 e il 2010 la popolazione è raddoppiata, con previsioni di medio periodo che parlano di oltre 300 milioni di abitanti. In un simile scenario, la

⁹ Per Eolico on shore si intendono gli impianti eolici costruiti sulla terraferma, mentre Eolico Offshore è la definizione data per quegli impianti installati a diverse miglia dalle coste per sfruttare l'esposizione alle correnti, sicuramente maggiori e più forti rispetto a quelle presenti sulla terra ferma. L'eolico off-shore è più stabile, fornisce più energia e possiede un minor impatto visivo, tuttavia i costi di realizzazione e manutenzione sono notevolmente più alti.

domanda di acqua potabile o comunque utilizzabile in agricoltura e nell'allevamento degli animali raddoppierà, e l'elettricità prodotta dalle rinnovabili potrebbe dunque essere utilizzata per questi fini.

Recentemente (Aprile 2013) il centro di ricerca tedesco DLR¹⁰ ha ribadito che il DESERTEC non è soltanto un progetto da 400 miliardi di euro, ma è molto di più, dati gli importanti risultati che in questi pochi anni ha ottenuto in numerosi paesi del Nord Africa, in cui si è riusciti a convincere i capi di Stato e i principali *investors* dell'area a capitalizzare nel settore delle rinnovabili, quindi nel DESERTEC. Tra i primi risultati tangibili si annoverano gli impianti solari costruiti in Marocco, Algeria e Egitto.

Figura 4. DESERTEC Project



Fonte: DLR studies basati su dati satellitari - Robert Pitz-Paal, Co-Director of the DLR Solar Research Institute – 2013

Il caso Russia: progetto RUSTEC

Con l'obiettivo di proporre una valida alternativa agli ingenti investimenti necessari per la realizzazione del DESERTEC, recentemente si è discussa la possibilità di avviare progetti comuni

¹⁰ La DLR è il centro di ricerca aeronautico e spaziale della Germania (www.dlr.de).

tra Stati Membri e Paesi Terzi che vedano quale area di sfruttamento/investimento il territorio russo: si tratta, per l'appunto, del progetto RUSTEC (Boute & Willems, 2012; SETIS, 2013).

Quali sono le principali motivazioni a favore della *scelta russa*? innanzi tutto il sistema elettrico russo è collegato all'Unione Europea attraverso la Finlandia, l'Estonia e la Lettonia, e attualmente gli impianti idroelettrici russi esportano elettricità in Norvegia e Finlandia attraverso linee di connessione diretta. Da un punto di vista del potenziale FER, gran parte della Russia Nord Occidentale è praticamente inabitata, riducendo in questo modo l'eventuale rischio di proteste da parte della popolazione locale che i nuovi impianti potrebbero provocare. Inoltre, se da un lato le immense foreste russe consentirebbero un'elevata produzione di biomasse, dall'altro si guarda alle potenzialità che l'idroelettrico potrebbe raggiungere in seguito a mirati interventi di potenziamento e ammodernamento.

La Commissione Europea ne ha iniziato a parlare intorno al 2011, come testimoniato dalla *Roadmap of EU - Russia Energy Cooperation for 2050* (Gerikh and Cleutinx, 2011) e nel *Energy Roadmap 2050* (COM(2011)112) in cui esplicitamente il “*potential of renewable sources provided by countries like Russia and Ukraine* (sebbene limitato alla produzione di biomassa)” è oggetto di ampia discussione.

Il progetto RUSTEC è stato promosso dalla *International Finance Corporation* (IFC), facendo perno soprattutto sul potenziale dell'eolico on-shore, con un accento particolare al fatto che il paese è già collegato all'UE attraverso una rete controllata dallo *European Network of Transmission System Operators for Electricity*¹¹ (ENTSO-E), una garanzia che aumenta di non poco la fattibilità e credibilità dell'intervento.

Mettendo da parte le questioni di tipo finanziario, è interessante notare come da parte Europea, e soprattutto dei singoli governi nazionali, non siano stati nascosti i timori di dipendere sempre più dalla Russia per l'importazione di energia. Le passate vicende che hanno interrotto la fornitura di gas dalla Russia verso l'UE pesano non poco sulla scelta definitiva che dovrà portare all'investimento. In tutta risposta, gli esperti dell'IFC sottolineano come l'interruzione di fornitura di gas del recente passato, non è da attribuire ad incomprensioni tra Russia ed UE, bensì tra Russia e i paesi cosiddetti di transito (come l'Ucraina). Fatto dunque non replicabile dato che nel caso del RUSTEC la Russia fornirebbe l'elettricità all'UE in modo diretto, senza dover passare attraverso i

¹¹ L'ENTSO-E, costituita il 19 dicembre 2008 su base volontaria come Associazione Internazionale, con l'obiettivo di rafforzare il coordinamento tra i Gestori di rete nell'attesa dell'entrata in vigore del c.d. “Terzo Pacchetto Energia dell'UE” (Regolamento CE n. 714/2009). Dal 3 marzo 2011 è divenuto l'Organismo per la cooperazione a livello comunitario di tutti i Gestori di rete per l'esercizio delle funzioni e dei compiti definiti nel Regolamento CE n. 714/2009, operando in unione con la Commissione Europea e con l'Agenzia per la cooperazione tra i regolatori nazionali dell'energia (ACER), istituita dal Regolamento CE n. 713/2009 per garantire il coordinamento delle funzioni di regolamentazione svolte dalle Autorità nazionali di regolazione.

paesi “ponte”. Inoltre, poiché l’elettricità non può essere facilmente stoccata, non subirebbe gli stessi rischi di interruzione che si verificano con il gas e il petrolio.

Una seconda preoccupazione, riguarda la reale volontà politica russa di favorire gli investimenti nel settore RES, facendo in questo caso riferimento al potere (monopolio) esercitato da decenni dalle potenti lobby dei produttori di combustibili fossili russi che si suppone abbiano contribuito notevolmente, negli ultimi anni, all’ambivalenza ostentata dal Governo Nazionale. Lo stesso Putin, nel 2010, durante una riunione di partito ha fatto notare il modo in cui i parchi eolici nazionali stanno provocando seri danni alla fauna selvatica locale. Di tutta risposta e per tentare di mediare ad una siffatta affermazione, il Ministro dell’Energia russo di concerto con il Ministro dello Sviluppo Regionale russo hanno stilato e rese note una serie di misure finalizzate a favorire investimenti nel settore FER, accaparrandosi nuovamente la fiducia degli investitori.

Posizioni politiche e volontà economiche che dovranno essere ampiamente risolte prima di poter dare il via libera ad un progetto di tale portata.

1.3.3. *Rischi di natura economica e geopolitica dei progetti congiunti con i Paesi Terzi*

Sebbene i progetti comuni supporteranno alcuni paesi Europei nel raggiungimento dei target nazionali prefissati, dall’altro lato è necessario considerare alcuni svantaggi legati direttamente alla effettiva realizzazione degli stessi. Primi fra tutti gli impatti sul sistema economico e, in particolare, sui livelli di occupazione a livello locale/regionale dei Paesi interessati. Infatti la pratica dei progetti comuni non consentirebbe agli Stati che ne faranno uso di beneficiare appieno delle opportunità occupazionali che le politiche energetiche possono offrire. Ricordiamo che con questa tipologia di strumenti, gli Stati Membri finanziano progetti di investimento in Paesi Terzi senza dunque creare in loco occupazione. Per controbilanciare la perdita si guarda generalmente alla riduzione dei costi che l’importazione di FER dal Paese Terzo consentirebbe ma, nei fatti e tenendo in considerazione la crisi economica mondiale di quest’ultimo quinquennio, lo sforzo di creare un bilanciamento non resiste alle critiche (Westholm & Beland, 2012).

Oltre gli impatti sul sistema economico, un’ulteriore riflessione riguarda il binomio tra “*diversificazione*” della dipendenza energetica e “*riduzione*” della dipendenza energetica. Infatti, facendo riferimento al caso Russia, se è vero che nel caso in cui il RUSTEC venisse realizzato l’energia così prodotta sarebbe importata nell’UE, bisogna comunque tenere presente che contemporaneamente si avrebbe una “*diversificazione*” del tipo di energia importata, e dunque della dipendenza energetica, e non tanto una “*riduzione*” della dipendenza energetica complessiva. Bisogna dunque riflettere su quale sia la priorità, e su cosa conta maggiormente tra *diversificazione* e *riduzione*.

Questa riflessione è già stata oggetto di approfondimento, come si evince da alcuni contributi presi in esame dalla letteratura scientifica. In particolare, è stato analizzato il potere geopolitico che Russia e Nord Africa acquisirebbero con la realizzazione, rispettivamente, del RUSTEC e del DESERTEC. A tal proposito, è corretto utilizzare il termine “rischio”, in quanto le due regioni, diventando esportatori di elettricità verso l’Europa, acquisirebbero un potere di rilievo rafforzato anche dal fatto che poichè l’elettricità, a differenza del petrolio e del gas, non può essere stoccata, un’eventuale interruzione dell’erogazione, causerebbe un vero e proprio black out con i relativi danni ad esso annessi. Con specifico riferimento al caso DESERTEC, risultano molto interessanti le conclusioni a cui giungono Lilliestam J. e Ellenbeck (2011), secondo cui gli esportatori Nord Africani di elettricità potrebbero rappresentare un reale rischio per l’Europa solo nel caso in cui tutti e 5 bloccassero contemporaneamente la fornitura di elettricità. Invece, se il blocco dell’esportazione avvenisse da parte di uno solo degli esportatori del Nord Africa, e per un periodo di tempo limitato, ciò non causerebbe grossi problemi all’Europa, ma consistenti perdite per il paese esportatore. Inoltre, gli autori asseriscono che se l’Europa continuerà ad avere ampi margini di manovra sul prezzo dell’elettricità e sulla capacità di ridurre la domanda in caso di emergenza allora il rischio di estorsione politica non sarà mai particolarmente elevato. Gli autori impostano l’analisi considerando che gli impianti di produzione siano di proprietà dei paesi produttori, situazione nettamente differente da quella che stiamo considerando in questa sede. A tal proposito, è utile aggiungere che nel caso specifico della realizzazione del DESERTEC, si tratterebbe di un “progetto comune con Paese Terzo” e che quindi la proprietà dell’impianto sarebbe di uno Stato Membro. Sottolineiamo questo aspetto perché gli autori affermano che se l’impianto di produzione elettrica è di proprietà del paese esportatore allora, in caso di interruzione dell’erogazione di elettricità esportata, i costi per quest’ultimo sarebbero nettamente superiori rispetto al caso in cui la proprietà fosse del paese importatore. Nel caso nostro, poichè la proprietà è di uno Stato Membro (e non del Paese esportatore/produttore), le eventuali perdite economiche di un’interruzione aumenterebbero considerevolmente (Lilliestam & Ellenbeck, 2011).

1.4. Strumenti di finanziamento Europei per la promozione delle energie rinnovabili (1999/2013)

Sin dalla fine del 1990 l’Unione Europea era consapevole che un effettivo sviluppo nonché una penetrazione nel mercato delle FER avrebbe dovuto ricevere adeguato supporto finanziario, capace di coprire tutti gli aspetti vitali del settore: dalla ricerca e sviluppo alla disseminazione dei regimi di sostegno tra Stati Membri. Con questo specifico obiettivo, l’Unione Europea renderà ben presto

disponibili una serie di strumenti finanziari in favore delle FER, sia nella forma di Programmi di Finanziamento che in Fondi di investimento.

1.4.1. Programmi di finanziamento gestiti direttamente dalla Commissione Europea

I principali Programmi di finanziamento gestiti direttamente dalle Direzioni Generali Europee sono (sono stati): *Energy – Europe Programme*, *European Research Framework Programme*, *European Energy Programme for Recovery* e, più recentemente, Horizon 2020 (Tabella 3):

Tabella 3. Programmi di Finanziamento Europei nel settore delle FER

Periodo	Programma di Finanziamento	Misure/Azioni	Disponibilità finanziaria
2003/2006	Intelligent Energy – Europe I (IEE I)	SAVE; ALTENER; STEER; COOPENER.	€ 250 milioni
2007/2013	Intelligent Energy – Europe II (IEE II)	SAVE; ALTENER; STEER.	€ 727,3 milioni
2014/2020	Horizon 2020	Secure, Clean and Efficient Energy	€ 5.931 milioni
1998/2002	Fifth Framework Programme (FP5) – Energy, Environment and Sustainable Development Thematic programme	Key Action 1 - Cleaner Energy Systems, including Renewable Energies. Key Action 2 - Economic and Efficient Energy for a Competitive Europe	€ 2.125 milioni
2002/2006	Sixth Framework Programme (FP6)	Priority 6 - “Sustainable development, global change and ecosystems”	€ 810 milioni
2007/2013	Seventh Framework Programme (FP7)	Energy theme	€ 2.350 milioni
2009/2010	European Energy Programme for Recovery (the EEPR)	Gas and electricity infrastructures; Offshore wind energy; Carbon capture and storage.	€ 3.980 milioni

Fonte: Decision 1230/2003/EC; Decision 1639/2006/EC; Regulation 1291/2013/EC; Decision 182/1999/EC; Decision 1513/2002/EC; Decision 1982/2006/EC; Regulation 663/2009/EC.

Intelligent Energy – Europe Programme (IEE I), è uno dei più importanti programmi finanziari Europei che ha supportato la penetrazione delle FER negli Stati Membri, e la cui prima edizione risale al 2003 (23). La decisione di avviare un programma specifico nel settore energetico era stata

prevalentemente motivata dal successo raggiunto dai suoi predecessori, ovvero dai Programmi settoriali: ETAP, SYNERGY, CARNOT, SURE, ALTENER e SAVE (tutti avviati nel 1999). La prima edizione dello IEE era gestita dalla *Intelligent Energy Executive Agency* (IEEA), creata nel 2004 (Decision 2004/20/EC) con l'obiettivo specifico di gestire le azioni comunitarie nel campo energetico. Concretamente, il Programma finanziava azioni finalizzate a: migliorare l'efficienza energetica (azioni SAVE); promuovere nuove e rinnovabili fonti di energia (azioni Altener); sostenere azioni nel settore dei trasporti (Steer), ed infine promuovere le FER e l'efficienza energetica nei Paesi in via di sviluppo (azioni Coopener).

La seconda edizione del Programma, IEE II 2007/2013, venne inserita nel macro Programma Quadro Europeo sulla Competitività e Innovazione, divenendone uno dei principali pilastri. Soltanto tre delle quattro azioni previste nella prima edizione, verranno finanziate (Altener, Steer e Save). La *Intelligent Energy Executive Agency* (IEEA), che fino ad allora aveva gestito le attività in campo energetico, sarà soppiantata dalla "*Executive Agency for Competitiveness and Innovation*", il cui mandato sarebbe durato dal Gennaio 2004 al Dicembre 2015 (Decision 2007/372/EC). La creazione della nuova Agenzia rappresentava una conseguenza dell'inserimento dello IEE II all'interno del macro Programma, nonché di scelte di tipo economico maturate in seno agli organi della Commissione Europea: infatti, si era deciso che strategicamente sarebbe stato meglio che un'unica Agenzia gestisse entrambe le attività.

Sia lo IEE I che lo IEE II sono stati implementati attraverso due strumenti di finanziamento: accordi di finanziamento, nel caso di proposte selezionate sulla base di avvisi pubblici o azioni concertate (situazione, quest'ultima, monopolistica); e gare d'appalto.

La terza edizione del Programma IEE, comunemente a quanto accaduto per altri programmi settoriali Europei, è stata inserita all'interno di Horizon 2020, specificatamente nell'area *Secure, Clean and Efficient Energy* (Final Consultation Report, 2012; Regulation 1291/2013/EC). Ancora una volta, l'Agenzia che aveva gestito l'edizione precedente, sarà soppressa e sostituita dalla *Executive Agency for Small and Medium-Sized Enterprises* – EASME (Decision 2013/771/EU).

Il Programma Quadro Europeo per la Ricerca, conosciuto tra gli addetti come Programma Quadro, è il principale strumento finanziario che sin dal 1998 finanzia la ricerca e l'innovazione in Europa. Per quanto di nostro interesse, in questa sede citeremo esclusivamente il V Programma Quadro (1998/2002), il VI (2002/2006) e il VII (2007/2013).

Il VPQ (Decision 182/1999/EC), conteneva al suo interno una specifica Azione indirizzata esclusivamente a finanziare attività di ricerca e dimostrazione nel settore delle FER. Il successore, il VI PQ (Decision 1513/2002/EC), dedicò alle FER un'intera priorità, esattamente la numero 6 "*Sustainable development, global change and ecosystems*", all'interno della quale veniva fatta una

distinzione tra azioni di ricerca di medio e lungo periodo ed azioni di dimostrazione, di medio e lungo periodo. Infine, nel VII PQ (Decision No 1982/2006/EC), venne direttamente inserito il tema Energy, all'interno del quale era possibile presentare diverse proposte progettuali attinenti qualsiasi aspetto avesse ad oggetto la promozione e la penetrazione nel mercato delle FER.

Meno conosciuto, ma non per questo meno importante, è lo *European Energy Programme for Recovery* (EEPR), nato nel 2009 inseguito alle raccomandazioni contenute nello European Economic Recovery Plan, un documento programmatico finalizzato a quantificare ed identificare urgenti interventi di tipo infrastrutturale la cui esecuzione si era resa indispensabile in seguito alla crisi economica avviata nel 2008. L'assistenza finanziaria, nel caso di proposte approvate dal Programma, copriva il 50% del costo totale del progetto (Regulation 663/2009/EC).

1.4.2. Strumenti catalizzatori di idee e investimenti privati

Oltre all'allocazione di ingenti risorse finanziarie, l'Unione Europea negli anni ha supportato il settore delle rinnovabili fornendo strategici strumenti informali indirizzati specificatamente ad Autorità Pubbliche nonché ad aziende private, al fine di creare piattaforme comuni in cui i diversi *stakeholder* potessero effettivamente cooperare. Di seguito, si presentano alcuni esempi di questa tipologia di strumenti: *The Campaign for Take-Off (CTO)* e *Smart Cities and Communities*.

The Campaign for Take-Off (1999/2003), è una delle prime campagne di disseminazione e promozione gestite dalla Commissione Europea, e che ha trovato un concreto slancio in seguito alle conclusioni contenute nel Libro Bianco "For a Community Strategy and Action Plan on renewable energy sources". L'obiettivo dichiarato del CTO era quello di creare una piattaforma informale che raccogliesse le opportunità di investimento disponibili a livello Europeo, facendo in modo di convogliare e attrarre in unico punto i capitali privati. Inoltre, una serie di attività collaterali erano specificatamente finalizzate a far sì che le Autorità Pubbliche identificassero e rendessero disponibili quote di risorse pubbliche, nuovamente al fine di attrarre investimenti privati. La piattaforma CTO consentì, infine, agli Stati Membri di condividere e conoscere best practices realizzate nel settore delle rinnovabili, coinvolgendo attivamente policy-makers a livello Locale, Regionale e Nazionale (Crettaz et al., 2004).

Similmente al CTO, anche *Smart Cities and Communities* operò in termini di catalizzatore di idee provenienti da autorità locali e società private, mediante la pubblicazione di avvisi pubblici annuali. Da un punto di vista strutturale, lo strumento è composto da un Gruppo di Alto livello, composto da rappresentanti di spicco del settore industriale, della ricerca e delle comunità locali, e dalla Piattaforma delle Smart Cities Stakeholder. I due gruppi lavorano congiuntamente, e sono responsabili della corretta implementazione dello *Strategic Implementation Plan*, attraverso il quale

vengono definite le linee di azione finalizzate a rendere pratiche le proposte precedentemente catalizzate. Altro compito dei due gruppi, è quello di verificare il modo in cui la Commissione Europea può sostenere economicamente le azioni proposte e che hanno ricevuto un esito positivo. La prima iniziativa catalizzatrice è stato lanciato nel 2011, esclusivamente nel settore dei trasporti e dell'energia. Complessivamente, sono stati allocati 81 milioni di euro. La pubblicazione dell'iniziativa, verrà seguita dalla pubblicazione di due avvisi pubblici, finanziati dal VIIPQ, con un'allocazione complessiva di 450 milioni di euro, e con l'inserimento del settore dell'*Information and Communication Technology* (ICT), insieme ai due di prima. Con l'avvio di Horizon 2020, l'iniziativa ha trovato nuovo vigore: la prima raccolta di proposte si è già chiusa nel Giugno 2014, e nei prossimi mesi si aspetta la pubblicazione dell'avviso (COM(2012) 4701).

1.4.3. Fondi di Investimento: il coinvolgimento della Banca Europea degli Investimenti (BEI)

La panoramica avente ad oggetto l'interessamento Europeo per la promozione delle RES, mediante l'istituzione di strumenti finanziari, non può dirsi conclusa se non si presentano i Fondi di Investimento, gestiti dalla BEI in collaborazione con Unione Europea ed altri *investors*. La Tabella 4 riporta un'elencazione dei principali meccanismi attivi sin dal 2006:

Tabella 4. Fondi di investimento nel settore delle FER

Fondo di investimento	Investitori	Forma di investimento	Settori	Paesi eleggibili
Marguerite Fund. The 2020 European Fund for Energy, Climate Change and Infrastructure	The Caisse des dépôts et consignations (FR), Cassa Depositi e Prestiti (IT), Instituto de Crédito Oficial (ES), KfW (DE), PKO Bank Polski SA (PL), European Investent Bank.	Investimenti infrastrutturali – capital intensive.	Trasporti (Trans-European transport networks - TEN-T); Energia (Trans-European energy networks - TEN-E); Energie Rinnovabili Mature (Produzione sostenibile di energia, strutture di trasporto pulite, distribuzione energetica e sistemi ibridi di trasporto, eolico, solare, energia geotermica, biomasse, biogas, idroelettrico).	28 Stati Membri UE
Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund – GEEREF	Unione Europea, Germania, Norvegia.	Investment in private equity funds	Energia Rinnovabile – inclusa piccolo impianti hydro, solari, eolici, biomassa e geotermici. Efficienza Energetica – inclusa la gestione energetica degli edifici, cogenerazione di calore ed energia, stoccaggio dell'energia e reti intelligenti.	ACP: 79 African, Caribbean and Pacific paesi in via di sviluppo; America Latina; Asia e paesi limitrofi all'UE (esclusi i paesi candidati).
European Local Energy Assistance – ELENA	It is funded through the European Commission's Intelligent Energy –	It covers up to 90% of the technical	I fondi possono essere utilizzati per studi di fattibilità, business plan e	28 Stati Membri UE

	Europe II programme.	support cost needed to prepare, implement and finance the investment.	audit energetici finalizzati alla predisposizione di gare d'appalto e progetti.	
European Energy Efficiency Fund - EEE F	European Union, European Investment Bank, Cassa Depositi e Prestiti (IT), Deutsche Bank (DE).	Investment in private equity funds	The Fund invests in energy-saving/energy-efficiency measures (70%), renewable energy projects (20%), and clean urban transport (10%).	28 Stati Membri UE
New Entrants' Reserve – NER 300	European Emissions Trading Scheme.	Financial programme	It funds innovative renewable energy projects, grid integration projects and up to 12 CCS projects (projects for capturing and storing carbon dioxide from power generation using fossil fuels or primary industry).	28 Stati Membri UE

Il Marguerite Fund (Marguerite Fund, 2014), lanciato nel 2010, è un Fondo di equità pan-Europeo che agisce come catalizzatore di investimenti chiave nel settore delle rinnovabili e dei trasporti. Rappresenta uno dei primi Fondi di questo tipo, lanciato dalle Istituzioni Finanziarie Europee. Nasce quale conseguenza di un impegno, assunto in materia di rinnovabili, da parte del Consiglio di Affari Economici e Finanziari (ECOFIN) e del Consiglio Europeo, in sede di *European Economic Recovery Plan* (EERP). Ad oggi, i 6 investitori hanno impegnato un totale di 600 milioni di euro, a cui bisogna aggiungere altri 110 milioni di euro provenienti da tre investitori (tra cui figura la Commissione Europea).

Il GEREF (Geref, 2014) è stato istituito nel 2006 dalla Commissione Europea e lanciato nel 2008 con l'impiego di somme derivanti dall'Unione Europea, Germania e Norvegia, per un totale di 112 milioni di euro. Attualmente il Fondo ricerca altre quote di capitale privato da parte di *private investors*, con l'obiettivo ultimo di raggiungere una quota complessiva pari a 200 milioni di euro. Il Fondo garantisce una priorità d'accesso a quei Paesi che hanno al loro interno politiche appropriate e strutture altamente regolamentate nel settore dell'efficienza energetica e delle RES.

ELENA (Elena, 2014), gestito interamente dalla BEI, è indirizzato specificatamente alle città e regioni Europee che mancano di appropriate conoscenze tecniche e capacità organizzativa per l'implementazione di grandi progetti di efficienza energetica e penetrazione di RES. L'allocazione finanziaria si attesta intorno ai 49 milioni di euro.

L'EEE F (EEE F, 2014), è una partnership pubblico-privato aperta ad investimenti provenienti da investitori istituzionali, professionali ed altre tipologie di investitori, secondo l'accezione della Legge Luxembourg SIF del 2007. L'istituzione del Fondo si deve al Regolamento Europeo

1233/2010, in cui si prevedeva esplicitamente la creazione di uno strumento finanziario per supportare gli impianti energetici e gli investimenti decentralizzati nel settore delle FER. Il Regolamento, allocava al Fondo 146 milioni di euro, derivanti dai residui del *European Energy Programme for Recovery* (COM(2012) 445 final). Di questa cifra, circa 125 milioni di euro vennero individuati quali capitale di rischio del Fondo per far leva su altri finanziamenti pubblici e/o privati, mentre 21 milioni di euro venivano dedicati ad attività di disseminazione ed Assistenza Tecnica. Oltre al contributo dell'Unione Europea, il Fondo ha ricevuto 75 milioni di euro dalla BEI, altri 60 milioni di euro dalla Cassa Depositi e Prestiti (CDP) ed infine 5 milioni di euro dalla *Deutsche Bank*. La partecipazione al Fondo è aperta a qualsiasi istituzione finanziaria interessata.

NER 300 (NER 300, 2014) è uno strumento finanziario gestito congiuntamente dalla Commissione Europea, dalla BEI e dagli Stati Membri. Il nome deriva dalla base giuridica su cui si fonda, ovvero: l'art 10(a), comma 8, della Direttiva sulle Quote delle Emissioni (Direttiva 2009/29/EC) prevede di mettere da parte 300 milioni di indennità (diritti di emettere una tonnellata di diossido di carbonio) nella Riserva dei Nuovi Partecipanti allo schema del commercio delle emissioni per finanziare installazioni di tecnologie innovative nel campo delle RES e nel settore della riduzione delle emissioni di anidride carbonica (*carbon capture and storage* - CCS). Le indennità così derivate sono state vendute nel mercato del carbone e il guadagno ricavato sarà reso disponibile per il finanziamento di progetti. Le proposte progettuali verranno selezionate seguendo due avvisi pubblici, che saranno pubblicati annualmente. Il prossimo avviso è atteso per la fine del 2014.

Infine, per concludere il paragrafo, è interessante ricordare il coinvolgimento della Banca Europea per la Ricostruzione e lo Sviluppo (EBRD), un istituto posseduto dalla Unione Europea, dalla BEI e da 64 Paesi. Al di là della missione istituzionale della Banca, per quanto di nostro interesse, citiamo lo strumento lanciato nel 2006, dal nome *Sustainable Energy Initiative* (SEI), e il cui obiettivo è quello di sostenere la penetrazione delle RES nei mercati in cui ancora la tecnologia stenta ad entrare. In particolare, l'intervento della EBRD si concretizza nel finanziare assistenza tecnica e attività finalizzate ad avviare il dialogo politico. La Fase 1 del SEI è terminata nel 2008 (e iniziata nel 2006), seguita dalla seconda Fase, che ha coperto il periodo 2009/2011 (EBRD, 2014).

1.5. Aiuti di Stato nell'Unione Europea: l'inserimento degli scopi energetici

Oltre agli sforzi in campo programmatico e legislativo, concretizzatisi nell'emanazione delle due principali Direttive (2001/77/EC; 2009/28/EC) che regolano la materia delle RES in Europa, un altro spinoso problema è divenuto oggetto di riforma in quello stesso periodo: ci riferiamo alla politica degli aiuti di Stato. La materia, disciplinata dal Trattato sul Funzionamento dell'Unione

Europea¹² (TFEU), e precisamente dagli articoli in cui espressamente vengono regolati gli Aiuti di Stato. In particolare, l'articolo 107, 108 e 109, consente in alcune specifiche circostanze di concedere l'intervento pubblico se risulta necessario per il buon funzionamento dell'economia. In particolare, a parte la descrizione della nozione di aiuto di Stato "*incompatibile*", vengono anche specificate le deroghe *de iure* alla eventuale incompatibilità, concludendo con un'elencazione delle ipotesi in cui la Commissione Europea può discrezionalmente dichiarare compatibile l'aiuto. Infatti, il Trattato lascia spazi di manovra per il raggiungimento di tutta una serie di obiettivi politici per i quali l'aiuto di Stato può essere considerato compatibile, legando questa approvazione ad una pronuncia finale da parte della Commissione Europea (che, di conseguenza, rivendica il potere di reputare incompatibile un aiuto di Stato).

Oggi sono tre le Direzioni Generali (DG), in seno alla Commissione Europea, che effettuano il controllo sugli Aiuti di Stato: DG Pesca (relativamente alla produzione, lavorazione e il marketing dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura); DG Agricoltura (per quanto concerne la produzione, lavorazione e il marketing dei prodotti agricoli); DG Competitività, per tutti gli altri settori, tra cui quello delle rinnovabili.

Entrando nel dettaglio dell'argomentazione, specifichiamo sin da ora che gli aiuti di Stato giustificati dalla protezione ambientale sono intesi come aiuti *orizzontali* in quanto non sono prettamente collegati ad una specifica azienda, industria o regione. Questa tipologia di aiuti risulta essere potenzialmente meno distorsiva di quella settoriale per le esternalità positive attese¹³. In questa definizione rientrano, tra le altre, le seguenti categorie: aiuto nel settore della ricerca e dello sviluppo; aiuti per piccole e medie imprese; aiuti per il capitale di rischio, etc. In ognuna di queste categorie, la Commissione Europea definisce attività ammissibili, regole e linee guida, identificando quali misure sono, o meno, compatibili con il mercato interno (Lianos & Kokkoris, 2009).

Con l'obiettivo specifico di creare una struttura altamente competitiva e funzionante nel campo delle rinnovabili, l'Unione Europea ha dunque dovuto affrontare e risolvere alcuni limiti intrinseci dell'allora attuale regolamentazione. Consapevole delle difficoltà incontrate dal settore delle rinnovabili nel competere effettivamente con le fonti tradizionali, era necessario prendere atto che gli aiuti di Stato in questo settore sarebbero stati necessari laddove i processi tecnologici disponibili non consentissero la produzione di energia rinnovabile a costi unitari comparabili a quelli delle fonti

¹² In seguito all'entrata in vigore del Trattato di Lisbona, si conferisce all'Unione Europea il quadro giuridico e gli strumenti necessari per affrontare le sfide future e rispondere alle richieste dei cittadini. In particolare, il Trattato che istituisce la Comunità europea (TCE) diviene "Trattato sul funzionamento dell'Unione europea" (TFUE), entrato in vigore il 1 dicembre 2009. Relativamente alla materia degli aiuti di Stato vediamo che gli articoli 87, 88, 89 del TCE divengono gli art. 107, 108, 109 del Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea.

¹³ Oltre agli aiuti orizzontali, le altre due principali categorie sono: aiuti regionali e aiuti settoriali.

tradizionali. all'energia prodotta. In questo contesto, il primo passo fu l'emanazione, nel 1974) di un memorandum sull'aiuto di stato per la protezione ambientale (in vigore fino al 1986). Il documento prevedeva di regolamentare la materia per un periodo transitorio durante il quale sarebbe stato necessario trovare un modo che consentisse l'aiuto di stato all'interno di una nuova struttura includente il principio di "chi inquina paga". Bisognerà aspettare il 1994 per leggere un set completo di regole che esplicitamente regolamentasse la materia: nel 1994, infatti, la Commissione Europea adottava le *Community Guidelines on State aid for environmental protection* (OJ C 72 of 10.3.1994), in vigore fino al 2000. L'approccio seguito dalla Commissione prevedeva di verificare se, e in quali condizioni, l'aiuto di Stato poteva essere visto come necessario per garantire la protezione ambientale e lo sviluppo sostenibile, senza che ciò portasse ad effetti sproporzionati sulla competizione e sulla crescita economica. Inoltre, in questa occasione, la Commissione consentirà intensità di aiuti indirizzati alle aziende pari al 15% dei costi totali eleggibili.

Soltanto nel 2001, con l'approvazione delle *Community guidelines on State aid for environmental protection* per il 2001 (2001/C 37/03) gli aiuti di Stato saranno esplicitamente connessi al settore delle FER, ricevendo molta più attenzione e maggiori specifiche (Lianos & Kokkoris, 2009). Il documento, esplicitamente, faceva riferimento al fatto che gli Stati Membri stavano erogando ingenti finanziamenti, nella forma di Aiuti di Stato, nel settore energetico, ponendo in questo modo l'attenzione sul rischio del proliferarsi di forme incontrollate di aiuti al funzionamento degli impianti di produzione energetica. Inoltre, sia le misure per il risparmio energetico che l'utilizzo delle rinnovabili iniziavano ad essere intese quali azioni finalizzate alla protezione dell'ambiente. Ancora una volta sarà confermato, ed incluso, il principio di "chi inquina, paga", aggiungendo la richiesta per le imprese di internalizzare i costi associati alla protezione dell'ambiente. Un secondo obiettivo della Commissione riguardò anche la necessità di assicurare che i prezzi riflettessero i costi in ogni fase del processo economico, considerando questo come un modo per informare tutte le parti del costo effettivo derivante dalla protezione dell'ambiente. Da un punto di vista dell'intensità dell'aiuto, la Commissione autorizzava l'aiuto di Stato in alcune specifiche circostanze, fissando al 30% dei costi di investimento eleggibili la maggior parte degli aiuti, con un bonus aggiuntivo del 10% nel caso in cui si trattasse di Piccole e Medie Imprese; mentre per tutti gli investimenti finalizzati a promuovere fonti rinnovabili, l'aiuto veniva innalzato al 40% dei costi eleggibili. Con la nuova riforma del settore, era anche possibile supportare i costi di funzionamento degli impianti che producevano energia rinnovabile, in questo modo cercando di superare le barriere imposte dal mercato. Inoltre, per quanto concerne il sostegno finanziario ad impianti FER di nuova costruzione, la Commissione avrebbe calcolato l'intensità dell'aiuto sulla base dei costi esterni evitati.

Dopo più di sette anni, le Linee Guida del 2001, verranno soppiantate dalla nuova versione: *Community guidelines on State aid for environmental protection* per il 2008, in vigore fino al 2014 (2008/C 82/01). La riforma della precedente versione, era stata esplicitamente richiesta durante la redazione del Piano d’Azione Energetico (2007/2009) (COM(2007) 1), e ribadite nel “*State Aid Action Plan – Less and better targeted State aid: A roadmap for State aid reform 2005-2009*”, pubblicato nel 2005 (COM(2005) 107). Il primo aspetto innovativo introdotto dal nuovo documento riguardava l’introduzione del *balancing test* per la quantificazione dell’intensità dell’aiuto, ovvero: nel valutare la compatibilità di un aiuto di Stato con il mercato comune, la Commissione doveva bilanciare l’impatto positivo dell’aiuto nel raggiungimento di un obiettivo di comune interesse con i suoi potenziali effetti negativi, come ad esempio distorsione nel commercio e nella concorrenza. Inoltre, si prevedeva che gli Stati Membri potessero utilizzare gli aiuti di Stato in termini di incentivi positivi per raggiungere elevati livelli di protezione ambientale. Ciò poteva realizzarsi nei modi seguenti: a) incentivi positivi individuali per la riduzione dell’inquinamento e di altri impatti negativi sull’ambiente; b) incentivi positivi per l’introduzione di una regolamentazione ambientale a livello Nazionale che andasse oltre gli standard minimi richiesti dall’UE. Per quanto concerne la specifica trattazione delle rinnovabili, il capitolo 1.5/1.5.6 delle Linee guida), specificava ulteriormente che l’aiuto di Stato poteva essere giustificato se il costo di produzione dell’energia rinnovabile fosse risultato più alto del costo di produzione da impianti meno rispettosi dell’ambiente e se non fossero presenti obblighi comunitari riguardanti la quota di energia da fonti rinnovabili per attività individuali. In altre parole, le rinnovabili avrebbero ricevuto un aiuto in quanto il costo di produzione di molte di queste non consentiva alle attività di fissare prezzi competitivi, e quindi si veniva a creare una chiara barriera per l’accesso al mercato delle FER. Da un punto di vista dell’intensità dell’aiuto di Stato, le nuove linee guida introdussero la possibilità di supporto pari al 100% dei costi eleggibili nel caso in cui si fosse trattato di gara d’appalto, indifferentemente dalla dimensione dell’azienda coinvolta (Tabella 5):

Tabella 5. Intensità dell’aiuto per le FER (Community Guidelines on State Aid for Environmental Protection (2008/C 82/01) - 3.1.6.1. Investment aid. Aid intensity).

	<i>Intensità dell’aiuto per le FER</i>	<i>Intensità dell’aiuto per le FER in caso di gara d’appalto</i>
Piccole Imprese	80 %	100%
Medie Imprese	70 %	100%
Grandi Imprese	60 %	100%

Nonostante i netti miglioramenti, da un punto di vista legislativo, introdotti dalle linee guida del 2008, si procedette comunque ad un'ulteriore revisione delle stesse, che porterà all'adozione delle *Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014-2020* (2014/C 200/01). Senza dubbio, si ribadisce la completezza e rigosità con cui le rinnovabili vengono tenute in considerazione, tanto che nel documento si fa riferimento ai meccanismi di cooperazione che avevamo già visto nel paragrafo relativo alla Direttiva 2009/28/EC. Complessivamente, il sostegno alle rinnovabili continuerà ad essere garantito sia nella forma di aiuti di funzionamento o investimenti. In particolare, il costo eleggibile dovrà essere calcolato come costo di extra investimento confrontato con il costo di un impianto energetico convenzionale che abbia la stessa capacità in termini di effettiva produzione di energia (Annex 2). Si ribadirà ancora una volta l'effetto *incentivante* che deve caratterizzare gli aiuti di Stato nel settore delle RES, affermando che gli aiuti a favore dell'ambiente e dell'energia sono considerati compatibili con il mercato interno solo se comportano un effetto di incentivazione, ovvero quando l'aiuto stimola il beneficiario a cambiare comportamento, inducendolo a garantire un livello maggiore di tutela dell'ambiente o a migliorare il funzionamento di un mercato europeo dell'energia ben funzionante, sicuro, accessibile e sostenibile, che non sarebbe tale senza l'aiuto. Gli aiuti, infatti, non dovranno essere intesi a sovvenzionare i costi di un'attività che l'impresa sosterebbe comunque e non devono compensare il normale rischio d'impresa di un'attività economica. A tal riguardo, la Commissione specifica che gli aiuti saranno privi di effetto di incentivazione per il beneficiario se, nel momento in cui questi inoltra domanda di aiuto alle autorità nazionali, le attività legate al progetto hanno già avuto inizio. In tal caso, gli aiuti concessi per tale progetto non verranno considerati compatibili con il mercato interno.

Per quanto concerne gli aiuti al funzionamento indirizzati ai nuovi impianti FER, si specifica che questi saranno erogati nella forma di premium da aggiungere al prezzo di mercato, o mediante un sistema di certificati. Inoltre, sempre nella stessa ottica, a partire dal 2017, gli aiuti saranno erogati mediante gare d'appalto, per le quali la Commissione garantirà la neutralità della tecnologia. A tal fine, infatti, gli Stati Membri potranno organizzare gare di tecnologie specifiche. Infine, uno schema di aiuto potrà essere garantito per un massimo di 10 anni, al termine del quale dovrebbe essere rinotificato.

L'aspetto innovativo che merita particolare attenzione è l'introduzione degli aiuti di Stato per sostenere le infrastrutture energetiche. Ciò sarà possibile nella forma del 100% dei costi eleggibili dell'investimento, ed esclusivamente laddove gli operatori presenti nel mercato non siano in grado di fornire l'infrastruttura richiesta secondo quanto stabilito dall'*Energy infrastructure investment needs and financing requirements* (SEC (2011)). La concessione di aiuti in questo campo

rappresenta uno strumento strategico per rafforzare le basi del futuro mercato interno dell'energia, e per questo motivo, capace di contribuire ad un obiettivo di comune interesse. L'importanza accordata finalmente agli aspetti infrastrutturali riceve particolare impulso dal capitolo 3.9.2., con cui si autorizza un aiuto pubblico per raggiungere la parità di generazione, ovvero l'abilità di un impianto di produzione energetica di produrre secondo quanto richiesto dal consumatore, virtualmente ed in ogni momento. Una materia particolarmente delicata e che infatti richiede il soddisfacimento di una serie di requisiti prima di ricevere un'effettiva approvazione da parte della Commissione, tra cui: interventi finalizzati a gestire la domanda interna, la valutazione dell'esistenza potenziale di interconnettori, etc.

Nel formulario che bisogna inviare alla Commissione Europea per richiedere l'ammissibilità di un aiuto di Stato, è necessario rispondere ai quesiti di seguito riportati, e che rappresentano i principi alla base delle recenti riforme:

- contributo ad un ben definito obiettivo di comune interesse;
- necessità di un aiuto di Stato;
- appropriatezza della misura;
- esistenza del carattere di effetto incentivante;
- proporzionalità dell'aiuto;
- annullamento di inattesi effetti negativi sulla concorrenza e il commercio tra Stati Membri;
- trasparenza dell'aiuto (mediante pubblicazione dei nomi dei beneficiari dell'aiuto nonché delle quote che questi ultimi ricevono).

1.6. Conclusioni

L'energia da fonti rinnovabili ha registrato una forte crescita sulla scia dell'adozione della direttiva del 2001 e del 2009 sulle energie rinnovabili nonché degli obiettivi obbligatori per l'utilizzo di tali energie. I dati e le analisi contenuti nelle relazioni sui progressi nell'uso delle energie rinnovabili rivelano che, mentre l'Unione europea nel suo complesso sta al passo con la traiettoria verso gli obiettivi del 2020, alcuni Stati membri devono ancora compiere ulteriori sforzi. Inoltre, in base alle analisi, vi sono motivi di preoccupazione per i progressi futuri. Il recepimento della Direttiva è stato più lento del previsto e nei prossimi anni la traiettoria sarà più ripida, cosicché verso la fine di questo processo vi sarà bisogno, in realtà, dell'impegno della maggior parte degli Stati membri, i quali hanno avuto sette anni di tempo per conseguire il primo 20% dell'obiettivo del 2012, ma dopo tale data avranno solo due anni per raggiungere il successivo 10% nel 2014, il 15% nel 2016, il 20% nel 2018 e il 35% nel 2020. Senza dimenticare che, secondo un'analisi eseguita per conto della Commissione, a causa dei profondi cambiamenti della situazione economica in Europa le politiche

attuali saranno insufficienti per stimolare la necessaria crescita delle energie rinnovabili nella maggioranza degli Stati membri. Gli scostamenti degli Stati Membri dai rispettivi piani d'azione nazionali per le energie rinnovabili riflettono cambiamenti politici che compromettono la chiarezza e la certezza per gli investitori perché aumentano la loro esposizione a rischi normativi. Gli scostamenti dalle aspettative formulate in tali piani riguardo alle tendenze dei settori e delle tecnologie rivelano altresì dove possono essere richiesti sforzi ulteriori. Altri motivi di preoccupazione sono l'incapacità di eliminare le barriere alla diffusione delle energie rinnovabili: oneri e ritardi amministrativi causano tuttora problemi e comportano rischi per i progetti nel campo delle energie rinnovabili; il lento sviluppo delle infrastrutture, i ritardi di connessione e le norme operative per le reti sono tutti problemi che continuano a penalizzare i produttori di energie rinnovabili e che devono essere tutti affrontati dagli Stati membri in fase di applicazione della direttiva sulle energie rinnovabili. La Commissione continuerà inoltre a vigilare sull'applicazione della Direttiva da parte degli Stati membri e, ove necessario, adotterà provvedimenti giuridici. La Commissione ha già avviato una serie di procedure d'infrazione a causa del mancato recepimento della Direttiva da parte degli Stati membri, e altre seguiranno in caso di recepimento parziale.

**Principali atti legislativi emanati in fase di recepimento delle Direttive Europee
(2001/77/CE e 2009/28/CE)**

Da un punto di vista legislativo, la Tabella 6 riporta i principali atti legislativi emanati nelle fasi precedenti e successive alle Direttive **2001/77/CE e 2009/28/CE**:

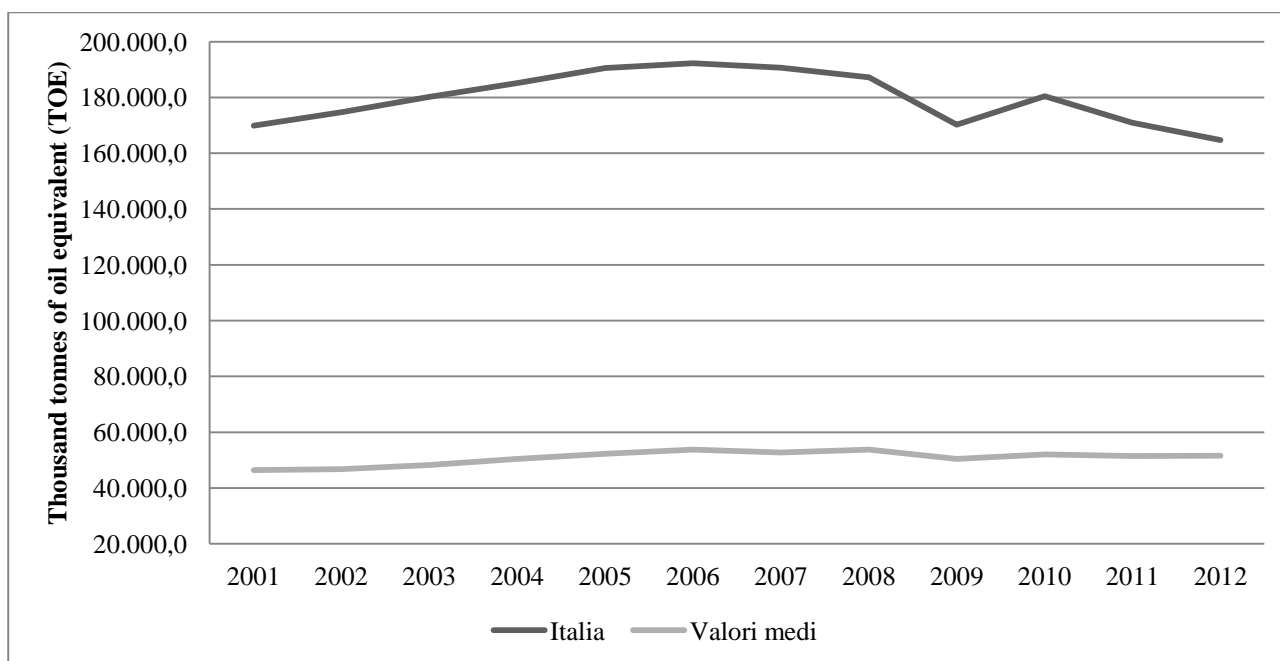
Tabella 6. Atti legislativi Italiani nel settore delle FER

ATTO NAZIONALE	DIRETTIVA RECEPITA
Decreto Legislativo 16/3/1999, n.79 “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica”, c.d. “Decreto Bersani” (G.U. 31/3/1999, n. 75).	Direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica”.
Decreto Legislativo 29/12/2003, n.387 : “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità” (G.U. 31/1/2004, n. 25, S.O.).	Direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità”.
D.P.C.M. 11 maggio 2004 “Criteri, modalità e condizioni per l'unificazione della proprietà e della gestione della rete elettrica nazionale e di trasmissione” (GURI 18/05/2004, n. 115.)	
Legge 23/8/2004, n. 239 , c.d. “Legge Marzano”: “Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia” (G.U. 13/9/2004, n. 215)	
Decreto Ministeriale 24/10/2005 : “Aggiornamento delle direttive per l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili ai sensi dell'articolo 11, comma 5, del D.Lgs. 16 marzo 1999, n. 79” (GURI 14/11/2005, n. 265, S.O.).	
Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n.28 “Attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle Direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE” (GURI 28/03/2011, n.71, S.O.).	Direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

Dati sulla produzione energetica Italiana

Da un punto di vista energetico, l'Italia continua purtroppo ad essere un paese caratterizzato da una forte dipendenza dalle esportazioni estere. Situazione che è rimasta particolarmente stabile negli anni, senza subire chissà quali impennate. La Figura 5 riporta la situazione energetica del paese, tra il 1999 e il 2012:

Figura 5. Italia - importazioni di energia dall'estero (2001/2012), in TOE.

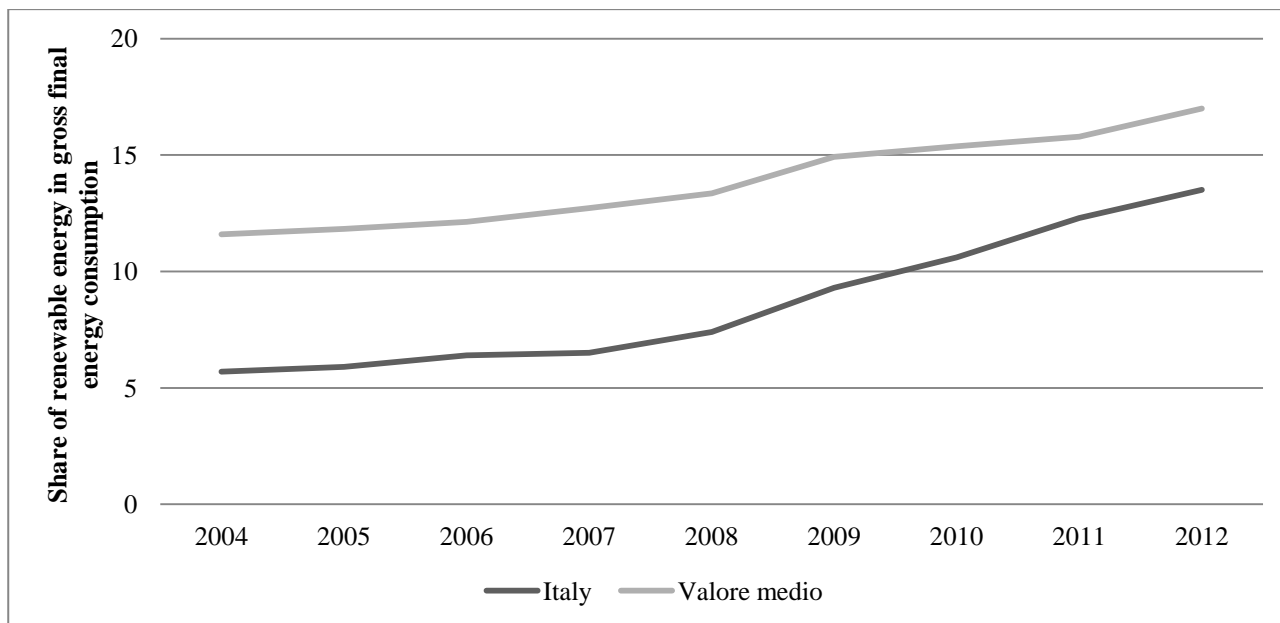


Fonte: EUROSTAT - Imports (by country of origin) - all products - annual data [nrg_121a]

L'Italia si posiziona di gran lunga al di sopra la media Europea per quanto riguarda il livello di importazione di prodotti energetici.

Nonostante i preoccupanti dati sulle importazioni, l'Italia è riuscita comunque a raggiungere importanti traguardi per quanto concerne la produzione da fonti rinnovabili, sia sul totale del consumo lordo complessivo che in termini di elettricità prodotta dalle FER (Figura 6 e Figura 7):

Figura 6. Italia: Quota di energia rinnovabile nel consumo lordo di energia (2004/2012)



Fonte: EUROSTAT – Energy indicators - Share of renewable energy in gross final energy consumption.

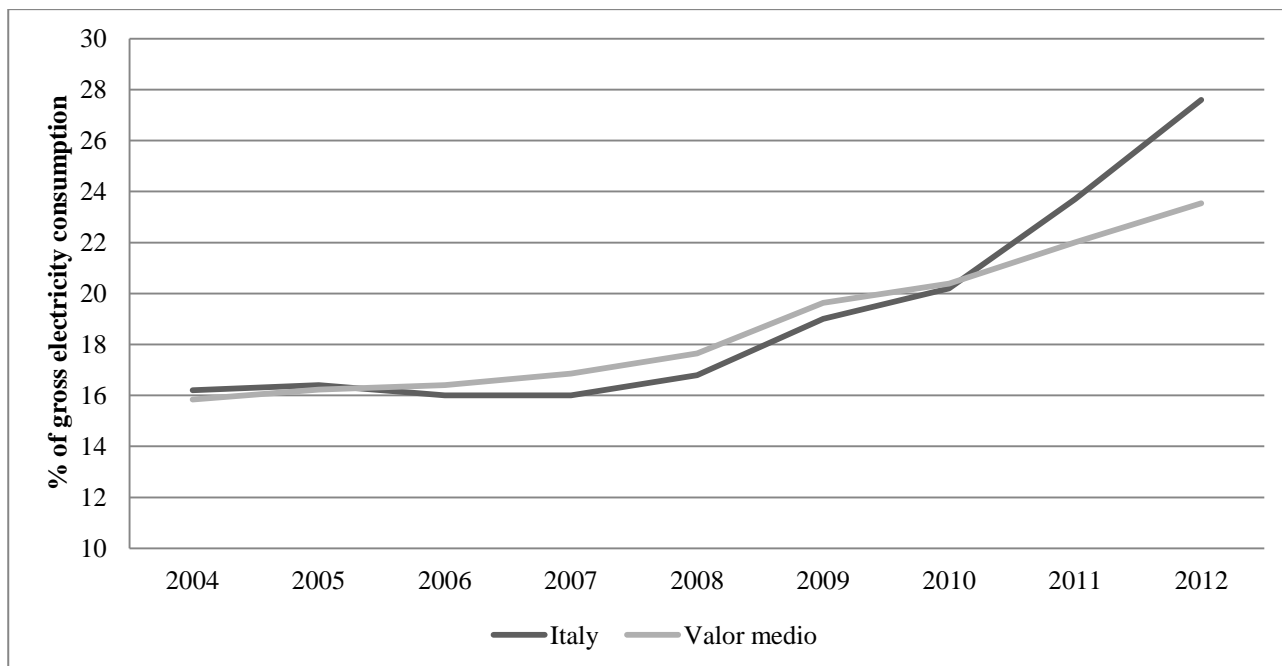
Per quanto riguarda la quota di energia rinnovabile sul consumo lordo di energia, di seguito si riporta una descrizione dei dati (Tabella 7):

Tabella 7. Quota di energia rinnovabile sul consumo lordo di energia nell'UE 28

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
AVERAGE VALUE	11.6	11.8	12.1	12.7	13.4	14.9	15.4	15.8	17.0
ITALY	5.7	5.9	6.4	6.5	7.4	9.3	10.6	12.3	13.5
MAX	38.7	40.5	42.6	44.1	45.2	48.2	47.2	48.8	51
MIN	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	2.7

Gli intervalli di variazione dell'indicatore risultano essere particolarmente ampi. Consideriamo, inoltre, che il valore massimo per ciascun anno corrisponde esattamente ai valori raggiunti dalla Svezia, mentre il minimo è rappresentato dalla performance Maltese. Indipendentemente dal posizionamento dell'Italia che, occupa pur sempre una posizione di poco al di sotto della media dell'UE 28, è interessante collegarci alla necessità già emersa in sede di approvazione della prima Direttiva: ovvero, nel fissare i target nazionali, e dunque la quota effettiva di produzione FER, era indispensabile tenere in considerazione il potenziale di ciascuno Stato Membro, nonché il punto di partenza. Leggendo i dati alla luce di queste considerazioni, risulta evidente che l'Italia ha realizzato importanti, seppur non eccellenti, progressi per quanto concerne la quota di rinnovabili nel consumo lordo complessivo di energia (Figura 7):

Figura 7. Italia % di elettricità prodotta da fonti rinnovabili (2004/2012)



Fonte: EUROSTAT – Electricity generated from renewable sources

In questo caso specifico, l'Italia è stata in grado di attestarsi al valor medio dell'UE 28, riuscendo anche a superarlo a partire dal 2011 (Tabella 8):

Tabella 8. Italia e UE 28: % di elettricità prodotta da FER

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
AVERAGE VALUE	15.86	16.23	16.40	16.85	17.65	19.63	20.39	22.01	23.54
ITALY	16.2	16.4	16	16	16.8	19	20.2	23.7	27.6
MAX	62	62.5	62.5	64.8	64.8	67.1	64.9	65	65.5
MIN	0	0	0	0	0	0	0.1	0.6	1

In questo secondo caso, il valore minimo corrisponde ancora una volta al caso Maltese, mentre il massimo è rappresentato dai valori assunti dall'Austria.

Rete elettrica Nazionale e controllo della produzione di FER: Terna e il Gestore dei Servizi Elettrici (GSE)

Da un punto di vista della rete elettrica, nonché delle relative riforme richieste in seguito alla emanazione delle Direttive Europee, nuovi organi sono stati istituiti, o vecchi organi hanno ricevuto nuove mansioni, con l'obiettivo specifico di rispondere a quanto richiesto da Bruxelles. In particolare, in Italia parliamo del Gestore Servizi Elettrici (GSE) e di Terna.

Il GSE (GSE, 2013), ex società Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale S.p.a. è una società per azioni interamente posseduta dal Ministero dell' Economia e delle Finanze. I diritti dell'azionista sono esercitati d'intesa tra il Ministro dell'Economia e delle Finanze e il Ministro dello Sviluppo Economico. Gli indirizzi strategici ed operativi del GSE sono definiti dal Ministero dello Sviluppo Economico. Il GSE promuove lo sviluppo delle fonti rinnovabili in Italia attraverso l'erogazione degli incentivi previsti dalla normativa nazionale agli impianti di generazione e con campagne di informazione per un consumo di energia elettrica responsabile e compatibile con le tematiche dello sviluppo sostenibile. Inoltre, opera per la promozione dello sviluppo sostenibile attraverso la qualifica tecnico-ingegneristica e la verifica degli impianti a fonti rinnovabili e di cogenerazione ad alto rendimento. Dal 2011, inoltre, è chiamato a garantire misure volte a favorire una maggiore concorrenzialità nel mercato del gas naturale. Ad oggi, il GSE, risulta essere il secondo operatore nazionale per energia intermediata: ritira e colloca sul mercato elettrico l'energia prodotta dagli impianti incentivati e certifica la provenienza da fonti rinnovabili dell'energia elettrica immessa in rete. La Società, inoltre, valuta e certifica i risparmi conseguiti dai progetti di efficienza energetica nell'ambito del meccanismo dei certificati bianchi, anche noti come "Titoli di Efficienza Energetica" (TEE), e promuove la produzione di energia termica da fonti rinnovabili (Conto Termico).

Diversa è la *mission* di Terna (TERNA, 2013). La società, infatti, opera nel settore dell'energia elettrica in alta tensione, ovvero: l'energia, una volta prodotta, deve essere trasmessa e il settore della trasmissione è uno dei quattro segmenti che ne compongono la filiera (produzione, trasmissione, distribuzione e vendita). Le attività di Terna riguardano specificatamente la fase della trasmissione dell'energia elettrica sulla rete ad alta ed altissima tensione: la società si occupa quindi di trasportare energia in alta tensione dai punti di produzione a quelli di distribuzione, e di gestire il sistema elettrico, gli impianti e di sviluppare la rete elettrica. Oggi Terna è il primo operatore indipendente in Europa e sesto al mondo per chilometri di linee elettriche gestiti. Il servizio svolto da Terna in Italia è indispensabile per il funzionamento dell'intero sistema elettrico e per assicurare l'energia elettrica a tutti, cittadini e imprese. Terna, con importanti strategie e investimenti di sviluppo, rende il Paese protagonista dell'evoluzione dello scenario elettrico europeo. Il ruolo strategico di Terna si colloca nelle considerazioni di tipo politico-economico di medio e lungo periodo, sia a livello nazionale che Europeo. Infatti, gli azionisti di Terna partono dal presupposto che l'Italia, grazie alla sua conformazione geografica, si candida al ruolo di "Hub elettrico" del Mediterraneo, che con alta probabilità porterà al raggiungimento di tre obiettivi strategici, ovvero: incrementare la sicurezza del sistema elettrico nazionale e internazionale, diminuire la dipendenza da un ristretto numero di sistemi fornitori di energia, rendere l'Italia centro del sistema elettrico

europeo, in particolare per sviluppare le interconnessioni elettriche con Balcani e Nord Africa. Esattamente in quest'ottica, Terna nel settembre 2010, è entrata a far parte del Progetto Desertec (citato nel § 1.3.2.).

Da un punto di vista societario, Terna nasce con il nome di *Terna - Trasmissione Elettrica Rete Nazionale* in seno all'ENEL come una società per azioni il 31 maggio 1999, in seguito alla liberalizzazione del settore elettrico attuata dal decreto Bersani (si veda Tabella 6). L'ENEL, dal 2004 in poi, cederà il pacchetto di controllo. Nell'aprile 2009, Terna acquisterà da Enel Distribuzione S.p.A., il 100% di Enel Linee Alta Tensione S.r.l., società proprietaria di 18.583 km di rete elettrica in alta tensione, divenendo così gestore del 98,5% di tutta la rete nazionale. Nel mese di novembre 2005, ha acquisito il ramo di azienda del GRTN come definito dal DPCM 11 maggio 2004. Attualmente l'azionista di maggioranza relativa è la Cassa Depositi e Prestiti.

Da un punto di vista internazionale, Terna fa parte di ENTSO-E, l'Organismo che raggruppa i 41 Gestori dei sistemi di trasmissione (TSO, Transmission System Operator) dei 34 paesi dell'Europa che, a livello comunitario, ha il compito di adottare i codici di rete europei sulle questioni transfrontaliere, il Piano decennale di sviluppo della rete elettrica europea, gli strumenti comuni per il coordinamento nella gestione delle reti. Inoltre, è membro di diversi organismi europei, nati nell'ambito del processo d'integrazione dei mercati regionali dell'energia elettrica avviato dalla Commissione Europea con il terzo pacchetto energia del 2009. I più importanti sono: ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity), CASC.EU (Capacity Allocation Service Company) e CORESO (Coordination of Electricity System Operators). Infine, Terna partecipa anche ad associazioni, aperte ad altri cosiddetti stakeholders del settore elettrico, che si occupano di tematiche particolarmente rilevanti per l'azienda, come RGI (Renewables Grid Initiative) ed EASE (European Association for Storage of Energy).

CAPITOLO 2

Regimi di sostegno finalizzati alla penetrazione nel mercato elettrico nazionale delle fonti rinnovabili: un'analisi per valutarne l'impatto a livello Nazionale

Introduzione

Il settore delle rinnovabili, sin dall'inizio caratterizzato da elevati costi di investimento e di funzionalità, ha goduto e tuttora riceve ingenti supporti finanziari da parte di ciascun Stato Membro. Non esiste ad oggi una chiara politica di armonizzazione, ma come vedremo nelle pagine che seguono, la maggior parte dei Governi utilizza gli stessi sistemi cambiando l'imposizione dei tetti e/o la durata dei programmi Nazionali.

Come esposto nel capitolo precedente, da più di un decennio si discute dell'efficacia e dell'efficienza dei diversi tipi di regimi di sostegno per le energie rinnovabili. Tanto che sin dal 2001, la Commissione ha sottolineato l'utilità di orientamenti per aiutare gli Stati membri a individuare le migliori prassi.

Nelle pagine che seguono, verranno illustrati i principali regimi di sostegno utilizzati a livello Europeo, specificandone il funzionamento nonché gli impatti economici direttamente tangibili. Inoltre, saranno presentati i risultati di un'analisi realizzata utilizzando i dati relativi ad 11 Stati Membri Europei, con l'obiettivo di tentare di proporre una base scientifica per la futura armonizzazione degli stessi. In particolare, nella selezione delle politiche in favore delle FER si è deciso di focalizzare l'attenzione sul settore fotovoltaico, in quanto risulta essere quello che ha ricevuto il maggior sostegno finanziario, nelle più svariate forme, rispetto a settori quali eolico, geotermico e biomasse, differenti soprattutto da un punto infrastrutturale. Inoltre, il settore fotovoltaico è quello che più di altri ha conosciuto un'espansione vertiginosa e capillare, a livello geografico, soprattutto in seguito all'emanazione della Direttiva 2001/77/EC.

2.1. Descrizione dei principali regimi di sostegno utilizzati a livello Europeo (dal 1996 al 2012).

In economia, il sostegno pubblico può essere distinto tra sovvenzioni dirette e indirette, ma anche tra politiche sull'offerta e sulla domanda. Generalmente, le politiche che intervengono sull'offerta, anche conosciute come *technology - pull*, sono finalizzate a sviluppare un determinato prodotto/tecnologia; mentre, le politiche indirizzate a stimolare la domanda, *demand - pull*, agiscono per l'appunto direttamente sulla domanda al fine rilanciare l'occupazione, la produzione e dunque l'inserimento effettivo del prodotto/tecnologia nel mercato. Questa distinzione è applicata anche nel settore delle rinnovabili, di cui di seguito si fornisce un chiarimento (Tabella 1):

Tabella 1. Regimi di sostegno prevalentemente utilizzati a livello Europeo (UE 28)

Nome per esteso	Acronimo
Feed in Tariffs	FIT
Feed in Premiums	FIP
Tender schemes	TND
Quota obligations & Green Certificates	QOGC
Investment grants	INV
Fiscal measures (tax, incentives, etc.)	TAX
Financing support (loans, etc.)	FIN

Fonte: *Kitzingetal et al., 2012.*

I *support schemes* sopra elencati appartengono al gruppo di politiche *demand-pull*, e in effetti sono quelli che più di tutti hanno inciso sia nelle casse dello Stato che nell'obiettivo specifico di promozione delle FER. Dal lato degli strumenti *technology-push* possiamo invece includere gli investimenti in R&D. Generalmente i due tipi di politiche camminano insieme, raggiungendo target group diversi (Avril et al., 2012).

Dei tre ambiti di intervento del settore delle rinnovabili, il RES – E ovvero quello inerente la produzione di elettricità da fonti rinnovabili, ha sperimentato la più diversificata implementazione di regimi di sostegno, nonché registra la storia più lunga. Il primo Stato Membro che ha avviato politiche di questo tipo, nel settore dell'elettricità, è stato la Danimarca (1979), seguito da Portogallo (1988), Germania e Regno Unito (1989).

Nel raggiungimento dei target fissati a livello Europeo molto dipenderà dal rafforzamento di queste politiche di supporto. In questo contesto, a livello Europeo, il dibattito tra sostenitori dell'armonizzazione dei *support schemes* e sostenitori di un'indipendenza di ciascun Stato Membro nella scelta della politica continua ad essere aperto. A tal proposito è interessante considerare che, durante questo dibattito, sono passati ormai parecchi anni durante i quali gli Stati Membri sembra stiano convergendo verso sistemi di supporto caratterizzati da politiche comuni, rendendo a questo punto, un'armonizzazione come un processo alquanto naturale e meno difficile da dover intraprendere.

Tornando alla descrizione dei singoli regimi di sostegno, di seguito riportiamo un commento su ciascuna politica, precedentemente elencata in Tabella 1:

Feed in premium (FIP): meccanismo secondo cui si riconosce al titolare dell'impianto fotovoltaico una tariffa incentivante per un dato periodo per **tutta** l'energia prodotta dall'impianto, a prescindere dall'uso che ne venga fatto (immessa in rete o auto-consumata immediatamente). A questa tariffa incentivante viene aggiunto il valore dell'energia immessa in rete, ovvero il prezzo di vendita dell'energia alla rete. Si tratta, dunque, di incentivi garantiti nella forma di premi al prezzo

di mercato. Un produttore può ricevere un premio per unità prodotta (MWh) che viene aggiunto al profitto che si ottiene vendendo l'energia sul mercato libero. Il premio viene garantito per un periodo definito di tempo (come accade in Italia) o per una quantità predefinita (come in Danimarca). A livello Europeo, il meccanismo dei FIP ha preso le seguenti due forme:

- *fixed*: un premio fisso predeterminato dai regolamenti per ciascun gruppo di tecnologie, e che può essere modificato soltanto attraverso emendamenti;
- *adjusting*: le tariffe non sono fisse, ma gli emendamenti ai regolamenti possono anche essere applicati a progetti esistenti (come accade in Repubblica Ceca). Inoltre, i premi possono anche essere variabili in relazione all'andamento di certi indicatori, come accade in Spagna dove i premi variano in base ai prezzi di mercato ad ora, obbligando dunque a prevedere un tetto (cap) ai profitti dei produttori di rinnovabili.

Feed in tariff (FIT): principali caratteristiche di questo meccanismo riguardano la priorità che viene conferita alla quantità di energia prodotta, la prospettiva di lungo periodo e i prezzi garantiti. Infatti, generalmente il prezzo è garantito per uno specifico periodo (come accade in Italia e Germania), o è basato su una determinata quantità prodotta (come accade in Danimarca). Concretamente, il meccanismo riconosce, per un periodo di tempo definito, agli impianti IAFR (Impianti Alimentati a Fonti Rinnovabili), un prezzo garantito per tutta l'energia prodotta e immessa in rete. A differenza del FIP, l'energia viene venduta alla rete con un'unica tariffa agevolata, che già include in sé la componente incentivante e la componente di valorizzazione dell'energia elettrica immessa in rete.

Gara d'appalto (TND): generalmente vengono utilizzate in combinazione con altre politiche. Concretamente, viene emanata una gara d'appalto per specifici progetti con definita capacità (misurata in Mega Watt). Potenziali concorrenti gareggiano per aggiudicarsi il progetto. Generalmente si approva il progetto che rispetta i requisiti tecnici, ambientali e operativi previsti dal bando, e la cui offerta economica risulta maggiormente competitiva.

Quota obligation e certificati verdi (QOVC): questo sistema presuppone l'obbligo, da parte di produttori, distributori o consumatori di energia, di utilizzare una percentuale, detta "quota", di energia rinnovabile. Diversamente da FIT e FIP, dove il livello dei prezzi è controllato dai policy-makers, in questo caso ci si affida ad uno strumento di controllo sulla quantità. I certificati che provano una certa produzione da RES (ad esempio 1 MWh corrisponde ad un certificato) sono utilizzati per dimostrare alle Autorità la conformità con il sistema dell'obbligo delle quote. Il produttore da fonti rinnovabili che immette energia pulita in rete ha diritto ad ottenere dei certificati verdi in relazione alla quantità di energia rinnovabile effettivamente immessa. In particolare, le

aziende energetiche “inquinanti” sono obbligate all’acquisto dei certificati per raggiungere le quote minime a loro assegnate di produzione “pulita”, da qui il valore incentivante dei certificati.

I certificati, possono essere liberamente scambiati sul mercato ad un prezzo di mercato che generalmente viene definito a cadenza annuale. Inoltre, i Certificati Verdi possono assumere la forma di *uniformi e differenziati*. Nel primo caso, tutte le tecnologie FER ricevono la stessa quantità di certificati per unità di elettricità prodotta (vedi Svezia, Belgio, Polonia); mentre, nel caso di sistemi differenziati, alcune tecnologie FER ricevono un numero maggiore di certificati per unità prodotta. Inoltre, in alcuni Stati, i certificati possono essere trasferiti da un periodo al successivo, diventando così scontabili. Questa caratteristica aumenta la stabilità del mercato dei certificati, rendendo il sistema maggiormente efficiente (come accade in Svezia). Per concludere, è importante specificare che i certificati finora discussi nulla hanno a che vedere con i certificati di tipo volontario attestanti “la garanzia di origine”. Questi ultimi, infatti, non impongono nessun obbligo e tanto meno una penale nel caso di non conformità.

Finanziamenti per investimento (INV): si tratta di finanziamenti erogati dai governi nazionali e dalle istituzioni Europee ad investitori interessati ad implementare progetti nel settore delle energie rinnovabili. L’erogazione avviene nella forma di pagamenti non rimborsabili, e specificatamente indirizzati o alla costruzione dell’impianto (indipendentemente dalla quantità di FER prodotta) o alla connessione dell’impianto stesso alla rete, includendo specifiche quantità di FER da produrre. Molti Stati membri hanno adottato questa tipologia di schema, e la percentuale del sostegno pubblico è andata da un minimo del 5% ad un massimo del 70% del costo totale di investimento.

Interventi fiscali (TAX): si tratta di interventi che prendono la forma di detrazioni fiscali dirette. Tra queste annoveriamo:

- *Facilitazioni di imposta sul reddito*: facilitazioni parziali o totali, erogate o direttamente (come in Belgio) o mediante ammortamenti fiscali e altre regole di deprezzamento sul costo di investimento (come nel Regno Unito, e in Olanda).
- *Detrazioni sull’elettricità*: finanziati in alcuni paesi in cui i produttori di elettricità sono obbligati a pagare tasse sull’elettricità (Polonia e Lettonia);
- *Riduzione dell’IVA*: può essere applicata sulle vendite effettuate da tecnologie FER eleggibili (come in Francia e Portogallo);
- *Net metering per l’autoconsumo*: può assumere la forma di agevolazione da tutte le tasse imposte ai consumatori di energia (generalmente IVA e tasse energetiche). In questo caso la produzione di FER per l’autoconsumo beneficia di queste agevolazioni, come accade in Danimarca per gli impianti residenziali di piccole dimensioni.

Sostegno finanziario (FIN): questa categoria prevede diversi strumenti di sostegno pertinenti l'ambito dei finanziamenti. Il Regolamento Europeo n. 1828/2006 (Articolo 43.1) include questi strumenti all'interno della macro area degli investimenti rimborsabili, definendoli "strumenti di ingegneria finanziaria". In particolare, questi possono prendere la forma di investimenti di equità rimborsabili, o misure di capitale di rischio da parte di istituzioni governative, ma anche finanziamento del debito, nella forma di prestiti ad interessi bassi per la creazione di progetti di energia rinnovabile erogati sempre da istituzioni finanziarie governative (come la KFW in Germania). In altre parole, questa tipologia di strumenti è finalizzata a supportare gli investitori, interessati a progetti nel settore delle RES, nell'accesso al capitale necessario e nell'ottenimento di investimenti a condizioni adeguate, rendendo così gli investimenti maggiormente fattibili e contribuendo alla crescita del settore RES a costi più ridotti.

La descrizione sopra riportata è stata necessaria per meglio addentrarsi nel settore dei regimi di sostegno, che nel prossimo paragrafo saranno oggetto di analisi. L'ultima considerazione che bisogna fare riguarda la distinzione, o meglio, il raggruppamento, effettuato da Kitzing et al. (2012), che consente di riassumere in due macro aree i diversi regimi di sostegno:

Major Support Instruments:	FIT
	FIP
	TND
Supplementary support instruments:	INV
	TAX
	FIN

La differenziazione degli regimi di sostegno e, più precisamente, l'accoppiamento tra singoli *Major Support Instrumentse* e *Supplementary Support Instruments* ha consentito ad alcuni Stati di ottenere migliori risultati nel settore FER, diversamente da altri che hanno invece preferito interventi meno integrati e incisivi.

2.2. Valutazione dell'impatto dei regimi di sostegno sulla potenza installata di fotovoltaico in Europa (1996/2010)

Il lavoro che sarà presentato nelle seguenti pagine ha come obiettivo principale quello di produrre delle ipotesi ai quesiti discussi, in sede politico-programmatica, dalla Commissione Europea in materia di armonizzazione dei regimi di sostegno indirizzati a sostenere economicamente il mercato delle FER. Diversi sono i contributi in letteratura scientifica che hanno avuto ad oggetto, prevalentemente, l'approfondimento del costo-efficacia delle singole politiche di sostegno (si veda § 2.1.), lasciando da parte un'analisi dell'effetto concreto, misurato in termini di Mega Watt (MW), di impianti FER complessivamente installati.

2.3. Metodi di analisi per la valutazione dei regimi di sostegno nel settore delle rinnovabili

I risultati degli autori che hanno trattato la materia dei regimi di sostegno si può dividere in due filoni: contributi che hanno trattato il costo-efficacia delle singole politiche di sostegno e lavori che hanno proposto suggerimenti e riflessioni sulle ipotesi di armonizzazione. Per quanto riguarda il primo filone, gli studi sono stati condotti in diversi Stati Membri (Muhammad-Sukki et al., 2013; Avril et al., 2012; Del Rio & Gual, 2007), o a livello complessivo di Unione Europea (Kitzing, et al., 2012). Le conclusioni generalmente concordano nell'identificare i FIT quali migliori sistemi in termini di efficienza, con un miglioramento della performance nel caso in cui siano abbinati ad altri meccanismi.

Relativamente ai contributi aventi ad oggetto l'armonizzazione dei regimi di sostegno, il cui numero è nettamente inferiore ai lavori del primo filone, si identificano diversi approcci. In particolare, Del Río (2014), fornisce una precisazione circa il modo in cui bisogna intendere il "costo-efficacia" dei *support schemes* nel settore delle FER: ciò può essere inteso, infatti, come minimizzazione dei costi di produzione delle FER, o come minimizzazione dei costi imposti al consumatore. L'autore ribadisce l'importanza di tenere in considerazione i due diversi approcci, soprattutto quando si elaborano le politiche da mettere in pratica. In particolare, e nel caso specifico dei FIT, sebbene l'autore ne riconosce l'importanza, riporta un'interessante elencazione di alcuni dei principali inconvenienti che l'elaborazione ed implementazione di questo tipo di politica può causare, soprattutto in riferimento alla tipologia di CAP¹⁴ imposto, e di cui quindi i policy maker dovrebbero essere ampiamente informati (Tabella 2):

Tabella 2. Principali difetti dei tetti imposti ai regimi di sostegno

CARATTERISTICA	DESCRIZIONE	LATO NEGATIVO	IMPLEMENTATO IN:
Cap legata alla generazione	Sostegno legato al numero massimo di ore annuali di generazione (MWh)	Gli impianti non possono produrre alla loro efficienza massima	Fotovoltaico in Spagna (2010)
Cap legato alla capacità installata	Sostegno legato alla capacità totale installata	Ciò può creare uno stimolo eccessivo del mercato, e causare cicli economici alterni se la capacità è fornita secondo la logica del "chi prima arriva meglio alloggia". Allo stesso tempo, se la capacità viene messa all'asta, allora i FIT si trasformerebbero in gare d'appalto.	Francia (2011); Spagna (2008); Italia (2011).
Cap legato alla disponibilità economica resa disponibile	Il supporto totale è limitato (M€)	Molto simile a quando il cap è legato alla capacità installata. Se il supporto	Olanda, e Austria.

¹⁴ CAP: con il termine CAP ci si riferisce al tetto imposto alle politiche FIT, oltre il quale il contributo non è più erogabile. Il CAP può essere imposto alla capacità installata (misurata in MW dell'impianto) o alla capacità produttiva (misurata in GWh).

		venisse venduto all'asta, trasformerebbe i FIT in gare d'appalto.	
Riduzione flessibile	Il cap e i livelli di supporto interagiscono nel tempo. Esiste un cap iniziale, se dovesse essere raggiunto, il sostegno verrà ridotto nel periodo successivo. Se questo abbassamento comporta una riduzione nella capacità installata, allora il sostegno sarà aumentato nel periodo successivo.	Questo meccanismo causa incertezza negli investitori, che non possono conoscere esattamente il livello di sostegno nel momento in cui investono.	Spagna (dal 2008); Germania (dal 2009).

Fonte: estratto da del Río, P., Cerdá, E., (2014).

A simili conclusioni erano giunti Jansen & Uyterlinde (2004), secondo i quali indipendentemente dall'importanza attribuita ai FIT, risultava comunque necessario riporre particolare attenzione alle caratteristiche intrinseche di questo strumento, prima di considerarlo all'interno di una ipotesi di armonizzazione. Infatti, è fuori di dubbio che i lati positivi sono relativi all'attrattività degli investimenti, sia da parte degli investitori privati che degli Istituti di credito/bancari, in quanto garantiscono un ritorno monetario che nessun'altro strumento è in grado di produrre. La problematica principale riguarda, invece, il peso che grava sui Governi nonché sui consumatori che, con la propria bolletta, si vedono costretti a finanziare il sistema. Inoltre, il Governo non ha un reale controllo sull'effettivo costo della tecnologia (in termini di generazione e miglioramento tecnologico). In altre parole, molto spesso l'esborso di denaro pubblico effettuato tramite i FIT si trasforma, in breve tempo, in profitto per i produttori di FER, e non solo in equiparazione dei costi, e in perdite da parte del Governo (Del Río & Cerdá, 2014; Jansen & Uyterlinde, 2004).

Indipendentemente dai pro e i contro di ciascuna politica si sostiene, una serie di conclusioni circa le ipotesi di armonizzazione iniziano ad essere attenzionate anche dalla letteratura scientifica. A tal riguardo, lo studio condotto da Kitzing (2012) descrive dettagliatamente l'attuale situazione dell'UE, ribadendo il fatto che se si vuole parlare di armonizzazione, in realtà ciò sta già avvenendo secondo un approccio "bottom up". Nei fatti, le *best practices* tra le diverse esperienze nazionali stanno emergendo da sole, e gli stessi Stati Membri stanno, in un certo senso, convergendo verso modelli simili, ma senza che vi sia stato un effettivo intervento dall'alto. In considerazione della continua convergenza "bottom up" dei *support schemes* adottati a livello nazionale, la stessa Commissione Europea ha fatto un passo indietro relativamente ad un'armonizzazione di tipo "top-down".

2.4. Il metodo STATIS-WDEA per la valutazione dell'impatto dei regimi di sostegno sulle installazioni di fotovoltaico in 11 Stati Membri

L'analisi che di seguito sarà esposta, ha consentito di valutare concretamente e secondo delle tecniche di statistica multivariata, abbinate a tecniche non parametriche, l'evoluzione della capacità installata di fotovoltaico, misurata in MW, di 11 Stati Membri Europei, in un arco temporale di 15 anni (1996/2010). Obiettivo del lavoro è stato quello di valutare l'efficacia di alcune politiche rispetto ad altre, analizzando le differenze registratesi nei diversi Stati considerati.

Al fine di poter raggiungere l'obiettivo, è stato implementato un modello che è stato chiamato "STATIS-WDEA", il quale ha previsto l'applicazione di una Analisi in Componenti Principali, nella versione Three Way, con seguente applicazione della Data Envelopment Analysis, nella versione Window. La caratteristica comune alle due versioni delle tecniche appena citate, risiede nel fatto che entrambe risultano particolarmente adatte nell'analizzare dati in serie storiche.

Prima di meglio specificare il metodo STATIS-WDEA, è utile descrivere come la letteratura scientifica abbia già ampiamente utilizzato la combinazione PCA-DEA (nella versione base) per analizzare diversi fenomeni.

2.4.1. Analisi in Componenti Principali (ACP)

La ACP è una tecnica di analisi multivariata che consente di analizzare la struttura relazionale di un insieme multivariato di variabili quantitative attraverso la derivazione di un numero inferiore di variabili, dette componenti principali (CP), in modo tale che la perdita di informazioni sia minima. Infatti, con l'estrazione delle CP è possibile ridurre la ridondanza e produrre una nuova matrice di dati composta da variabili tra di loro ortogonali, capaci di riprodurre la massima varianza del dataste originale. Da un punto di vista matriciale, si procede con la costruzione di una matrice di correlazione $\mathbf{R}_{(n,m)}$, che comprende le variabili originarie:

$$\mathbf{R}_{(n,m)} \begin{matrix} r_{11} & r_{1j} & \dots & r_{1m} \\ r_{i1} & r_{ij} & \dots & r_{im} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{nj} & \dots & r_{nm} \end{matrix} \quad [1]$$

La matrice di correlazione così prodotta sarà, dunque, quadrata (ovvero, con numero di colonne e di righe uguali); simmetrica, o anche detta speculare, in quanto ($r_{n,m} = r_{m,n}$); e con elementi della diagonale principale pari a 1:

$$\mathbf{R}_{(n,m)} \begin{matrix} 1 & r_{1j} & \dots & r_{1m} \\ r_{i1} & 1 & \dots & r_{im} \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ r_{n1} & r_{nj} & \dots & 1 \end{matrix} \quad [2]$$

In dettaglio, tale matrice sarà in grado di indicare quali coppie di variabili forniscono all'incirca le medesime informazioni ($r_{n,m} \cong 1$), in tal caso la considerazione di entrambe le variabili potrebbe portare ad una ridondanza di informazioni o, ancora, quali coppie di variabili non sono correlate linearmente ($r_{n,m} \cong 0$), caso in cui le informazioni riportate dalla coppia risulterebbero differenti.

Il primo passo consiste nel sommare i coefficienti di correlazione per ciascuna colonna, i cui totali rappresenteranno gli elementi del primo vettore provvisorio. Una volta normalizzato quest'ultimo, procediamo ad individuare il secondo vettore provvisorio, moltiplicando gli elementi del primo vettore provvisorio normalizzato per i coefficienti di correlazione, ed infine sommando per riga tali prodotti.

La procedura iterativa continua finchè non viene soddisfatto il criterio di convergenza (che richiede l'identità fra tutti gli elementi dei due vettori). Una volta soddisfatto il criterio di convergenza, questo rappresenterà il primo vettore caratteristico (autovettore), ovvero la prima Componente Principale (CP) e i pesi componenziali delle variabili su di essa si ricavano moltiplicando i suoi elementi per la radice quadrata dell'autovalore λ_1 . Generalmente la prima CP estratta non riproduce tutta la varianza totale, per questo motivo si procede con l'estrazione della seconda CP, e via dicendo. A tal fine, bisognerà calcolare innanzi tutto la matrice dei residui, sottraendo alla correlazione originaria di ogni coppia di variabili presenti nella matrice la quota di correlazione che è riprodotta dalla prima CP. Avendo così nota la parte "residua" di varianza, si procede ad estrarre la seconda componente, utilizzando la stessa procedura usata per la prima CP. Più componenti si estraggono più piccoli diventano gli elementi della matrice dei residui; estraendo l'ultima CP, tutta la varianza risulterà estratta dalla matrice. Il numero delle CP estraibili è pari al rango della matrice; se il rango è pieno essendo la varianza di ciascuna CP uguale a ciascun auto valore λ , la somma di tutti i λ è uguale alla traccia (ossia alla somma degli elementi della diagonale principale) della matrice:

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_j + \dots + \lambda_p = tr(\mathbf{R}) \quad [3]$$

L'importanza della j-esima CP risulta dal rapporto:

$$\frac{\lambda_j}{tr(\mathbf{R})} \quad [4]$$

Riassumendo, a partire dalla matrice delle correlazione, lo scopo dell'ACP è quello di trasformare le variabili osservate in un insieme di nuove variabili ottenute come combinazioni lineari di quelle osservate:

$$CP_1 = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_p X_p \quad [5]$$

il cui valore si ottiene prendendo i valori assunti da ognuna delle variabili X_1, \dots, X_p e moltiplicando ognuno di questi valori per i coefficienti a_1, \dots, a_p e sommando il tutto.

Le nuove variabili o componenti principali devono essere incorrelate e ordinabili in termini di informazione decrescente. Un numero ridotto di queste nuove variabili deve essere in grado di spiegare una porzione rilevante della varianza totale dei dati (Di Franco & Marradi, 2003).

Relativamente al numero di componenti da estrarre, in letteratura si seguono i tre metodi, ovvero:

1. si pone come obiettivo una quota di varianza da riprodurre, e si estraggono tante CP finché non si raggiunge tale quota: generalmente, una quota di varianza pari al 75% della varianza totale si considera apprezzabile;
2. si prendono in considerazione solo le CP il cui auto valore (λ) sia uguale ad uno (Kaiser, 1960);
3. si tratta dello scree test (Cattell, 1996), che si basa sulla rappresentazione grafica degli auto valori (λ) secondo il loro ordine di estrazione. Ponendo sull'asse orizzontale di un piano cartesiano la sequenza delle CP estratte e su quello verticale il livello degli autovalori relativi a ciascuna CP, e collegandoli con dei tratti in modo da formare una spezzata (Screeplot), si distinguono le CP dalle altre. Questa spezzata generalmente presenta una accentuata inclinazione in corrispondenza delle prime CP estratte, e un successivo appiattimento. Le CP collocate nella coda della spezzata possono essere ignorate.

2.4.2. Data Envelopment Analysis (DEA)

La DEA, inizialmente proposta da Charnes et al. (1978), è un metodo non parametrico finalizzato alla misurazione dell'efficienza relativa di Unità Produttive Decisionali (*Decision Making Unit* – DMU) che risultano essere omogenee tra loro, in quanto utilizzano lo stesso set di risorse. Partendo dall'indice di efficienza di Farrell (1957), gli autori riuscirono a trasformare l'analisi che questo aveva condotto su un solo output, in un problema di programmazione lineare ed applicare tale teoria ad una moltitudine di output. A Farrell, si deve inoltre l'introduzione della scomposizione dell'efficienza in due componenti, ovvero: efficienza tecnica ed efficienza allocativa. La prima (Efficienza Tecnica) consiste nell'abilità di una DMU di ottenere il massimo output a partire da un determinato, e limitato, set di input. In questo senso, nel caso di una DMU tecnicamente inefficiente, ciò si tradurrebbe in uno spreco, da parte di quest'ultima nell'utilizzo delle proprie risorse produttive (orientamento all'input); mentre, nel caso di un'analisi con orientamento all'output, l'inefficienza tecnica di una DMU è spiegabile in quanto il prodotto realizzato (output) è inferiore al massimo ottenibile dati i fattori impiegati (input). L'efficienza allocativa invece riflette la capacità dell'unità di utilizzare nelle proporzioni ottimali, dati i

rispettivi prezzi. Nel caso di unità caratterizzate da inefficienza allocativa, nell'ipotesi di orientamento agli input, il mix dei fattori produttivi scelto non è in grado di garantire un livello tecnicamente efficiente di output (il saggio marginale di sostituzione dei fattori non eguaglia il rapporto tra i loro prezzi) mentre, nell'ipotesi di orientamento agli output, l'impresa multi-prodotto, non realizza quel mix di output in grado di massimizzare i ricavi. Un successivo passo in avanti è stato fatto intorno alla metà degli anni '80 quando viene introdotto il modello BCC (Banker et al., 1984), in cui si può misurare l'effetto di scala poiché il modello ammette rendimenti di scala variabili (VRS). Sempre intorno la metà degli anni '80, per merito di Charnes et al. (1983), viene introdotto anche il modello moltiplicativo con frontiere lineari a tratti. L'attenzione rimane focalizzata sull'efficienza relativa ma si assiste ad un'estensione dell'applicazione anche al settore privato (banche, ospedali, industrie).

I criteri secondo i quali si distinguono i modelli DEA sono:

- ritorni di scala costanti (CCR) o variabili (BCC). A loro volta, i rendimenti di scala possono essere costanti (CRS), crescenti (IRS) e decrescenti (DRS);
- orientamento all'input o all'output, o entrambi.

Schematicamente (Tabella 3):

Tabella 3. Modelli DEA

	Orientamento		
	INPUT	OUTPUT	Entrambi
<i>Ritorni di scala costanti</i>	CCR _{input}	CCR _{output}	Additivo
<i>Ritorni di scala variabili</i>	BCC _{input}	BCC _{output}	Additivo

Relativamente al modello CCR, si specifica innanzi tutto che esso è caratterizzato da: CRS; efficienza relativa; dati numerici positivi; e che tutti gli input e tutti gli output sono ricondotti ad un singolo input virtuale (espresso come somma pesata degli input) e un singolo output (espresso come somma pesata degli output). La relativa programmazione frazionaria, da cui deriveremo la programmazione lineare, è la seguente:

$$\max E_m = \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} x_{im}} \quad [6]$$

s.t.

$$\frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} x_{im}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad [7]$$

$$v_{jm}, u_{im} \quad i = 1, 2, \dots, I; \quad j = 1, 2, \dots, J \quad [8]$$

dove y_{jm} e x_{im} sono rispettivamente il j -esimo output e il i -esimo input, mentre v_{jm} e u_{im} sono relativi pesi ottimali, che variano secondo l'unità decisionale. La programmazione lineare può essere così espressa:

<i>Modello CCR INPUT ORIENTED</i>	<i>Modello CCR OUTPUT ORIENTED</i>
$\max H^0 = \sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm}$ <p style="text-align: center;">s.t.</p> $\sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} = 1$ $\sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} - \sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} \leq 0 \quad \forall j$ $v_{jm}, u_{im} \geq 0 \quad \forall j, r$	$\min q^0 = \sum_{i=1}^I u_{im} x_{im}$ <p style="text-align: center;">s.t.</p> $\sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} = 1$ $\sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} - \sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} \geq 0$ $v_{jm}, u_{im} \geq 0 \quad \forall j, r$
<i>Modello CCR INPUT ORIENTED duale</i>	<i>Modello CCR OUTPUT ORIENTED duale</i>
$\min \theta$ <p style="text-align: center;">s.t.</p> $\theta X^0 - \sum_{j=1}^n \lambda_j X^j \geq 0$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j Y^j \geq Y^0$ $\lambda_j \geq 0 \quad \forall j$	$\max \varphi$ <p style="text-align: center;">s.t.</p> $\varphi Y^0 - \sum_{j=1}^n \lambda_j Y^j \leq 0$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j Y^j \leq X^0$ $\lambda_j \geq 0 \quad \forall j$

Nel caso del modello CCR, si ricorda che l'efficienza di ogni DMU è relativa, ovvero valutata relativamente alle altre DMU, ecco perché nel caso di efficienza varrà:

$$\sum_{i=1}^I u_{i0} x_{i0} = 1 \quad [9]$$

mentre le altre DMU avranno un'efficienza compresa tra 0 e 1.

Differentemente dal modello CCR, nel caso dei modelli BCC, avremo rendimenti di scala variabili (decrementi o crescenti), caratteristica che porterà alla considerazione di vincoli più stringenti, che consentono di ammettere la variabilità dei rendimento di scala. Concretamente, ciò avviene mediante l'inserimento del vincolo di convessità ($\sum \lambda = 1$). Come nel caso del modello CCR, anche in questo caso deriviamo la programmazione lineare partendo dalla frazionaria:

$$\max \frac{vy_0 - v_0}{ux_0} \quad [10]$$

s.t.

$$\frac{vy_j - v_0}{ux_0} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \quad [11]$$

$$v, u \geq 0 \quad v_0 \text{ libero} \quad [12]$$

da cui ricaviamo i modelli di programmazione lineare:

Modello BCC INPUT ORIENTED

Modello BCC OUTPUT ORIENTED

$$\begin{aligned} \max H^0 &= \sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} + \mu^0 \\ \text{s.t.} \\ \sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} &= 1 \\ \sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} - \sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} + \mu^0 &\leq 0 \quad \forall j \\ v_{jm}, u_{im} &\geq 0; \quad \mu_0 \text{ libero} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min q^0 &= \sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} + \rho^0 \\ \text{s.t.} \\ \sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} &= 1 \\ \sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} - \sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} + \rho^0 &\geq 0 \quad \forall j \\ u_{im}, v_{jm} &\geq 0; \quad \rho^0 \text{ libero} \end{aligned}$$

Modello BCC INPUT ORIENTED duale

Modello BCC OUTPUT ORIENTED duale

$$\begin{aligned} \min \theta \\ \text{s.t.} \\ \theta X^0 - \sum_{j=1}^n \lambda_j X^j &\geq 0 \quad \forall i, j \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y^j &\geq Y^0 \quad \forall j \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j &\geq 0; \quad \theta \text{ libero} \end{aligned}$$

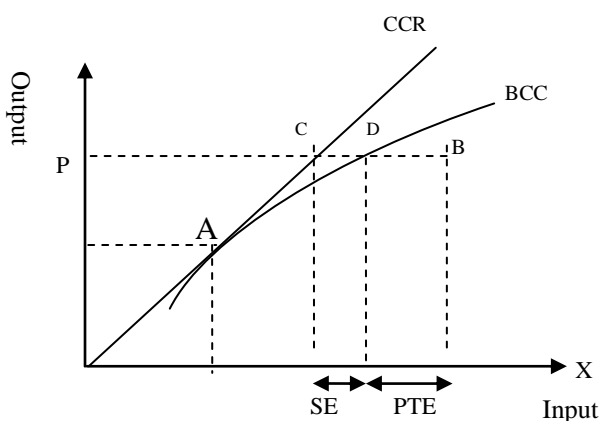
$$\begin{aligned} \max \varphi \\ \text{s.t.} \\ \varphi Y^0 - \sum_{j=1}^n \lambda_j Y^j &\leq 0 \quad \forall j \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j X^j - X^0 &\leq 0 \quad \forall j \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \end{aligned}$$

Al termine dell'analisi, ogni DMU verrà ordinata e dunque classificata in base ai punteggi ottenuti. Inoltre, è stata valutata l'Efficienza Totale (TE), l'Efficienza Tecnica Pura (PTE) e l'Efficienza di Scala (SE). Come detto in precedenza, il modello CCR ammette CRS, da questo deriviamo che i punteggi da questo ottenuti rappresentano l'Efficienza Totale (TE). All'opposto, invece, il modello BCC che ammette rendimenti di scala variabili, porta a dei valori che rappresentano la PTE (ovvero l'Efficienza Tecnica Pura). Di conseguenza se una DMU opera in modo efficiente sia secondo i punteggi del CCR che del BCC, allora sta operando al massimo della dimensione di scala (Figura 1):

$$SE = \frac{\theta_{CCR}^*}{\theta_{BCC}^*} \quad [13]$$

in cui θ_{CCR}^* e θ_{BCC}^* sono, rispettivamente, i punteggi del modello CCR e del BCC.

Figura 1. Confronti punteggi CCR e BCC:



In particolare, l'efficienza di scala (SE) misura la capacità di una DMU di ottimizzare la dimensione delle sue attività, evitando che una dimensione ridotta o eccessiva rispetto a quella ottimale la penalizzi, determinando un processo inefficiente (Coelli et al., 2005). In questo caso, può dunque accadere che imperfezioni del mercato, vincoli normativi, limitazioni ambientali possono far sì che una DMU non operi alla scala ottimale. Se $SE > 1$ si avranno economie di scala (rendimenti crescenti di scala); se $SE < 1$ si avranno diseconomie di scala (rendimenti decrescenti di scala); se, infine, $SE = 1$ non ci saranno economie di scala.

2.4.3. L'utilizzo combinato di ACP-DEA

L'utilizzo combinato, delle versioni base, dell'ACP e della DEA non è una novità in letteratura, e i primi tentativi risalgono alla fine degli anni '90 (Ueda & Hoshiai, 1997; Adler and Golany, 2001; 2002). L'obiettivo iniziale degli autori era quello di migliorare il potere discriminante della DEA, che spesso veniva accusato di fallimento in presenza di un eccessivo numero di input e output. Dopo i primi tentativi, la letteratura scientifica è andata ben oltre, confrontando diversi metodi di riduzione delle variabili, come nel caso di Adler e Yazhemsy (2010). Gli autori, utilizzarono in un primo momento la ACP, e in un secondo una tecnica di riduzione di variabili basata sulla covarianza parziale, concludendo che la combinazione PCA-DEA rappresentava la migliore formulazione. Negli anni, si sono susseguiti contributi scientifici che hanno visto l'applicazione delle due tecniche in diversi settori: industria aerea (Adler e Golany, 2001); società informatiche (Serrano-Cinca et al., 2005); confronto tra efficienze energetiche ed ambientali (Hartman e Storbeck, 1996; Webb, 2003; Halkos e Tzeremes, 2009a; Zhang et al. 2011; Wang et al., 2011; Halkos e Tzeremes, 2011); confronto tra performance economiche degli Stati Membri UE (Halkos and Tzeremes, 2009b); ed infine, settore bancario (Asmild et al., 2004; Guzowsk M. et al., 2004).

2.4.4. Il metodo STATIS-WDEA

Ai fini del raggiungimento dello scopo dell'analisi che verrà di seguito presentata, una serie di considerazioni sono state effettuate prima di scegliere il metodo definitivo. Infatti, da un lato, non era auspicabile utilizzare la versione base dell'ACP, in quanto non consentiva di tener conto delle tre dimensioni di nostro interesse, ovvero: Stati, Tempo e Variabili. Dall'altro lato, il limite della versione base della DEA, escludeva a priori la possibilità di analizzare le performance degli undici Stati Membri da noi prescelti secondo un'ottica temporale. Allo stesso tempo, però, dopo uno scrupoloso studio della letteratura scientifica, le due tecniche erano risultate le più adatte. A tal fine, è stata realizzata un'intensa *literature review* sui diversi metodi di *N-way* ACP che potessero essere adeguati al raggiungimento dell'obiettivo: a conclusione della ricerca, si è identificata, quale tecnica più adatta per la riduzione del dataset, l'applicazione del metodo STATIS (*Structuration des Tableaux A TroisIndices de la Statistique*), mentre la DEA Window è stata selezionata quale tecnica non parametrica da utilizzare nella seconda fase del lavoro, per poter analizzare la performance degli Stati nei 15 anni oggetto di studio.

Originato dal lavoro di Escoufier (1980), precedentemente descritto da L'Hermier des Plantes (1976), anche conosciuto come *Analyse Conjointe de Tableaux- ACT*, il metodo STATIS negli ultimi 10 anni è stato utilizzato in vari settori, tra cui: comportamento dei consumatori

(Meyners et al., 2000; Qannari et al., 1995; Genard et al., 1994), monitoraggio dei processi (Gourvenec et al., 2005), ecologia (Stanimirova et al., 2004; Thioulouse et al., 2004; Thioulouse, 2011), informatica (Abdi et al., 2005), idrologia (Fournier et al., 2009; Gudmundsson et al., 2011), scienza dell'informazione (Enachescu, Postelnicu, 2003), neuroimmagine (Kherif et al., 2003; Shinkareva et al., 2008), medicina (Arcidiacono et al., 2008), controllo statistico della qualità (Scepi, 2002; Niang et al., 2009), e biologia molecolare (Guebel et al., 2009; Coquet et al., 1996).

Stanimirova et al. (2004) e Abdi et al. (2012), presentano un'eccellente descrizione circa le funzioni e l'utilizzo del metodo STATIS, sottolineandone l'intrinseca utilità quando si è in presenza di diversi dataset di variabili misurate sullo stesso set di osservazioni. Il metodo STATIS, infatti, consente di analizzare dataset composti da tre dimensioni, analizzando la struttura dei singoli dataset, ovvero la loro relazione, e derivandone un set *ottimale* di pesi (*weights*) da utilizzare per costruire la migliore rappresentazione cumulativa delle osservazioni che, come vedremo più avanti, sarà chiamata *compromesso* (o a volte *consenso*).

La versione Window della DEA, introdotta da Charnes et al. and Cooper (1985), consente di misurare l'efficienza di unità e variabili riportate in serie storiche, assicurando il carattere di dinamicità allo studio. Questo approccio, inoltre, è in grado di indicare le performance ottenute dalle DMU negli anni e allo stesso tempo esaminare l'eventuale stabilità delle stesse. La tecnica opera secondo il principio delle medie mobili (Charnes et al., 1994a; Yue, 1992), stabilendo misure di efficienza trattando ogni DMU nei diversi anni come se fossero unità separate. La performance di una DMU in un dato anno può essere confrontata con se stessa negli anni come anche confrontata con la performance di altre DMU negli stessi anni (Asmild et al., 2004). In questo modo, la DEA Window consente di esplorare l'evoluzione delle performance negli anni (Hartman and Storbeck, 1996; Webb, 2003). Un aspetto fondamentale della tecnica, riguarda la dimensione della *window* in cui includere il numero di anni su cui calcolare le medie mobili (Tulkens and Vanden Eeckaut, 1995).

Da un punto di vista metodologico, date N DMUs, in cui $n = 1, 2, \dots, N$, osservate in T anni ($t = 1, 2, \dots, T$). Le DMUs producono m output ed s input. Creiamo, dunque, un campione di $N \times T$ osservazioni, in cui l'osservazione n al periodo t , ovvero:

DMU_t^n ha

una vettore s -dimensionale di input $x_t^n = (x_{1t}^n, x_{2t}^n, \dots, x_{st}^n)$,

un vettore m -dimensionale di output $y_t^n = (y_{1t}^n, y_{2t}^n, \dots, y_{mt}^n)$

una finestra k_w che include $k \times w$ osservazioni partendo dal tempo k , in cui $1 < k < T$

e una dimensione (w) della *window* pari a $1 \leq w \leq T - k$

Sulla base di queste caratteristiche, la matrice degli input sarà data da:

$$X_{kw} = (X_k^1, X_k^2, \dots, X_k^N, X_{k+1}^1, X_{k+1}^2, \dots, X_{k+1}^N, \dots, X_{k+W}^1, X_{k+W}^2, \dots, X_{k+W}^N) \quad [14]$$

e la matrice di output pari a :

$$Y_{kw} = (Y_k^1, Y_k^2, \dots, Y_k^N, Y_{k+1}^1, Y_{k+1}^2, \dots, Y_{k+1}^N, \dots, Y_{k+W}^1, Y_{k+W}^2, \dots, Y_{k+W}^N) \quad [15]$$

Nello specifico, si applicherà un modello DEA *input oriented*, caratterizzato da CRS (Constant Return to Scales):

$$\theta'_{kwt} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad [16]$$

s.t.

$$-X'_{PC, kw} \lambda + \theta X'_{PC, t} \geq 0 \quad [17]$$

$$Y_{kw} \lambda \geq y'_t \quad [18]$$

$$\lambda_n \geq 0 \quad n = (1, \dots, N \times w) \quad [19]$$

in cui X'_{PC} rappresenta il vettore colonna standardizzato di variabili latenti, ottenuto in seguito all'applicazione del metodo STATIS.

2.5. Applicazione del metodo STATIS-WDEA e risultati

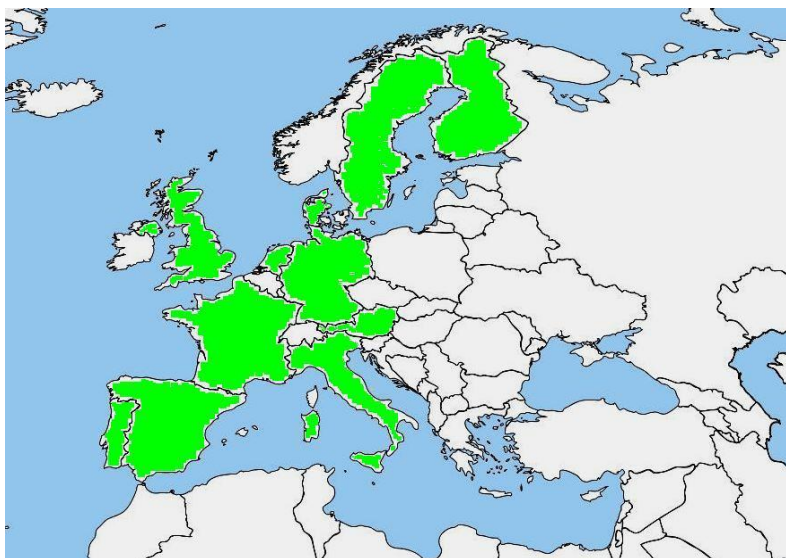
Il dataset iniziale su cui è stato implementato il metodo STATIS-WDEA è composto da tre dimensioni:

I (country)	11 Stati Membri
J (variables)	10 indicatori/variabili
K (time);	15 anni (1996-2010)

Gli Stati Membri inclusi nell'analisi sono: Austria (AT), Danimarca (DK), Finlandia (FI), Francia (FR), Germania (DE), Italia (IT), Olanda (NT), Portogallo (PT), Spagna (ES), Svezia (SE), Regno Unito (UK), (si veda Figura 2). Relativamente alla scelta degli Stati Membri inseriti nell'analisi, la selezione è stata motivata sia dalla necessità di includere un adeguato mix in termini di rappresentazione geografica, e sia in piccola parte dalla disponibilità di dati aggiornati. Infatti, il fatto di esser partiti dall'anno 1996, ha fatto sì che i dati relativi ai Paesi Membri entrati con le ultime procedure di adesione (2004 e 2007) non fossero disponibili oppure fossero incompleti. A tal

fine, si è dunque deciso di escluderli, bilanciando il più possibile l'analisi con l'ausilio dei dati disponibili per i restanti Stati Membri.

Figura 2. Stati Membri dell'Unione Europea oggetto di analisi.



Il periodo di riferimento durante il quale sono stati raccolti i dati è pari a 15 anni, ovvero dal 1996 al 2010. La scelta dei 15 anni anziché un unico anno, o un quinquennio, sta nel fatto che il nostro interesse primario era di produrre delle proposte concrete ai *policy makers*, a livello Europeo, circa ipotesi per l'avvio delle procedure di armonizzazione nel settore delle FER. Per raggiungere lo scopo non sarebbe stato sufficiente analizzare un solo anno, o ancora un quinquennio. Di certo l'aver considerato 15 anni risulta essere di gran lunga più utile in termini di contenuto delle informazioni. Altra considerazione deve essere fatta riguardo la motivazione che ha portato alla scelta dell'anno 1996 come anno di partenza dell'analisi: questo anno, infatti, può essere definito come l'anno di inizio dell'intenso dibattito che di lì a poco porterà all'approvazione del Libro Bianco, seguito poco dopo dalla Direttiva 2001/77/EC.

Relativamente agli indicatori selezionati, la Tabella 4 ne fornisce un'elencazione nonché un dettaglio circa le fonti e le unità di misura ad essi relativi, mentre la Tabella 5 riporta una chiara statistica descrittiva, utile per le prime considerazioni:

Tabella 4. Lista indicatori utilizzati nell'analisi

Indicators:	Source & Unit of measure:
Cumulative installed photovoltaic power (PV)	BP Statistical Review of World Energy – Full Report 2011 (MegaWatt)
Population (Popul)	EUROSTAT
GDP per head (GDPpc)	OECD - Per head, US \$, constant prices, constant PPPs, OECD base year
Oil consumption (OILc)	BP Statistical Review of World Energy – Full Report 2011 - Thousand barrels daily
Carbon Dioxide Emissions (CO2)	BP Statistical Review of World Energy – Full Report 2011 - Million tonnes carbon dioxide
Natural Gas: Consumption (NatGasC)	BP Statistical Review of World Energy – Full Report 2011 - Million tonnes oil equivalent
Energy dependence % (Energy_dep)	EUROSTAT - %. The indicator is calculated as net imports divided by the sum of gross inland energy consumption plus bunkers.
Electricity generated from renewable sources (Elec f renew)	EUROSTAT - % It is the ratio between the electricity produced from renewable energy sources and the gross national electricity consumption for a given calendar year. Electricity produced from renewable energy sources comprises the electricity generation from hydro plants (excluding pumping), wind, solar, geothermal and electricity from biomass/wastes. Gross national electricity consumption comprises the total gross national electricity generation from all fuels (including autoproduction), plus electricity imports, minus exports.
Final energy consumption, by sector (FinalEnCo)	EUROSTAT – 1000 toe It is the sum of final energy consumption in industry (covers the consumption in all industrial sectors with the exception of the 'Energy sector'. The fuel quantities transformed in the electrical power stations of industrial autoproducers and the quantities of coke transformed into blast-furnace gas are not part of the overall industrial consumption but of the transformation sector), transport (covers the consumption in all types of transportation, i.e., rail, road, air transport and inland navigation), households, services, agriculture, etc (covers quantities consumed by private households, commerce, public administration, services, agriculture and fisheries).
R&D Budgets - Group 3: Renewable Energy Sources (R&Drenew)	IEA - Total RD&D in Million NC (nominal)

Fonte: OCSE, EUROSTAT, BP, IEA

La scelta degli indicatori utilizzati nell'analisi non è stata casuale, bensì ha seguito quanto contenuto nei principali documenti programmatici e legislativi esposti nel primo capitolo. Per questo motivo, sono state fatte le seguenti considerazioni:

- l'inserimento dell'indicatore sulla produzione di elettricità da fonti rinnovabili, escludendo quello relativo alla produzione FER sul consumo totale di energia, è motivato dal fatto che, dato il periodo di riferimento, è stato tenuto in considerazione il target indicativo imposto con la prima Direttiva (2001/77). Infatti, gli effetti della seconda Direttiva 2009/28, in considerazione dei dati disponibili, non sarebbe stato adeguatamente misurabile;
- per quanto concerne la R&D nel settore delle rinnovabili, anche in questo caso riguardava una specifica richiesta da parte della Commissione Europea, che a tal proposito aveva richiesto una riforma dei fondi strutturali al fine di meglio sostenere il settore.
- l'indicatore della dipendenza energetica e del consumo lordo di energia riguarda gli obiettivi specifici che sin dal 2007 con la pubblicazione del Libro Bianco si era posta la

Commissione Europea, ovvero: efficienza energetica, riduzione della dipendenza energetica dall'estero, e riduzione/contenimento della domanda interna.

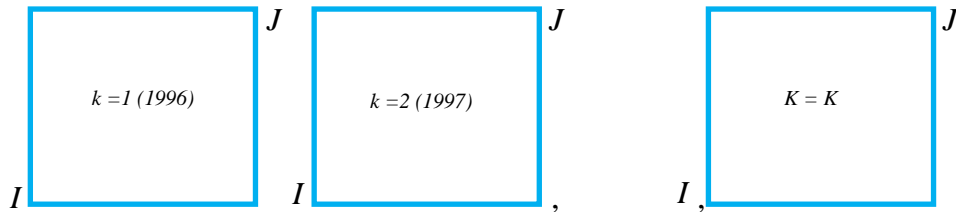
- l'inclusione della produzione di CO₂ risulta legato agli obiettivi di tipo ambientale, nonché ai richiami puntualmente effettuati agli obblighi assunti a Kyoto, ai quali la Commissione Europea intendeva fornire proposte migliorative, in termini di riduzione.
- gli indicatori aventi ad oggetto il consumo di petrolio e gas naturale, era necessario inserirli in quanto strettamente connessi all'esigenza di ridurre il consumo nell'ottica di una efficienza energetica interna.
- infine, gli indicatori relativi a popolazione e PIL pro capite, sono risultati essenziali per fornire una dimensione del paese, che chiaramente risultava necessaria nel confronto dei dati finali.

Tabella 5. Statistiche descrittive degli indicatori utilizzati nell'analisi (1996/2010)

		PV in MW	Popul	GDP pc	OIL Cons	CO ₂	NatGasCons	ElectrRES	Energy depend	FinalEn Cons	R&D_RES
AT	Mean	22.3	8132600.7	32609.6	267.1	70.2	8.1	63.9	67.6	25717.8	12.4
	SD	26.5	153424.9	2535.5	18.3	4.3	0.6	5.6	3.2	2048.9	7.4
	Min	1.7	7953067.0	28064.4	239.3	64.6	7.3	53.1	61.8	22660.0	6.1
	Max	102.6	8375290.0	36179.0	292.3	76.8	9.1	72.2	72.4	28141.0	32.6
DK	Mean	2.3	5384749.7	31920.7	202.2	60.0	4.3	19.7	-26.5	15228.1	189.7
	SD	1.8	84936.6	1712.2	16.8	7.3	0.3	7.6	14.7	326.4	108.3
	Min	0.2	5251027.0	28692.7	178.3	51.4	3.8	6.3	-50.9	14719.0	72.1
	Max	7.1	5534738.0	34604.4	232.8	79.4	4.7	28.7	5.6	15721.0	402.9
FI	Mean	3.5	5218457.1	28772.2	220.4	57.3	3.5	26.4	53.5	25150.0	19.6
	SD	1.4	71593.2	3329.7	6.3	4.1	0.3	2.5	2.3	1342.2	13.1
	Min	1.5	5116826.0	22614.8	209.1	52.5	2.9	21.6	48.1	22484.0	6.6
	Max	6.9	5351427.0	33500.9	235.0	67.5	4.0	30.8	58.8	26836.0	44.1
FR	Mean	109.1	61943085.9	28585.8	1934.2	421.7	37.0	13.9	50.9	156847.2	48.8
	SD	261.5	1775590.2	1559.8	73.8	11.7	3.1	1.5	0.6	4960.0	54.9
	Min	4.4	59522297.0	25474.2	1744.5	396.9	31.2	11.0	49.3	147139.0	2.8
	Max	1025.0	64694497.0	30575.9	2030.2	434.7	42.2	16.3	51.7	162850.0	184.7
DE	Mean	2977.4	82208795.1	30937.5	2663.1	889.9	74.2	9.5	60.4	223778.7	94.2
	SD	4886.7	249464.9	1821.6	178.7	40.3	2.6	4.9	0.9	6240.4	39.8
	Min	11.0	81802257.0	27954.8	2380.4	798.5	70.2	4.3	58.1	213096.0	56.7
	Max	17320.0	82536680.0	33824.8	2904.9	954.3	78.5	20.6	61.5	233212.0	187.5
IT	Mean	369.1	57998092.1	27559.8	1828.6	471.6	61.4	16.0	84.1	125871.0	45.5
	SD	920.0	1283242.9	1064.5	145.2	23.1	8.3	2.4	1.7	5781.2	14.7
	Min	16.0	56844197.0	25542.1	1531.9	433.5	46.4	13.2	81.4	115666.0	22.3
	Max	3502.3	60340328.0	29007.9	1966.9	500.6	71.2	21.5	87.0	134621.0	79.0
NT	Mean	37.0	16089748.7	34295.6	960.7	259.6	35.7	5.0	34.0	51069.5	44.5
	SD	27.6	348196.8	2596.8	103.1	13.4	1.5	2.7	3.9	1356.5	11.9

	Min	3.3	15493889.0	29307.5	795.6	238.5	33.3	2.3	26.5	49106.0	24.5
	Max	96.9	16574989.0	38118.6	1122.5	278.1	39.2	11.1	38.9	53979.0	66.6
ES	Mean	788.9	42151311.2	25850.7	1479.3	347.1	21.9	19.3	77.3	85301.0	22.1
	SD	1481.7	2417924.9	2197.0	131.7	42.1	8.9	4.1	3.0	11116.8	8.5
	Min	1.0	39430933.0	21479.7	1196.8	261.4	8.4	12.8	72.0	65279.0	12.4
	Max	3892.0	45989016.0	28530.5	1629.5	402.0	34.8	26.8	81.5	98837.0	37.9
SE	Mean	4.5	8993740.2	30563.1	346.6	60.7	0.8	50.2	37.9	34073.9	249.4
	SD	2.6	162615.7	3207.6	20.1	3.3	0.2	6.1	1.9	1174.0	168.5
	Min	1.8	8837496.0	24998.0	305.5	53.6	0.6	36.8	35.0	31495.0	66.0
	Max	10.1	9340682.0	34782.5	382.7	67.5	1.4	57.9	43.7	35879.0	701.0
UK	Mean	12.6	59699055.0	30505.1	1721.0	585.0	82.8	3.7	-1.2	148859.9	35.6
	SD	18.3	1262688.8	2971.2	61.8	21.5	4.3	1.9	23.0	4269.3	45.5
	Min	0.4	58094587.0	24637.5	1589.8	528.9	73.9	1.6	-43.4	136945.0	3.3
	Max	71.5	62026962.0	34321.7	1806.2	606.9	87.7	8.2	28.3	153486.0	166.3
PT	Mean	22.4	10374529.6	20915.1	299.7	65.8	2.7	29.9	83.2	17693.1	0.7
	SD	42.25	221350.13	1148.60	25.52	5.57	1.47	7.72	3.29	1424.37	0.37
	Min	0.4	10043180.0	18117.3	254.5	53.0	0.1	15.5	75.5	14533.0	0.3
	Max	130.8	10637713.0	22068.0	331.7	73.1	4.5	44.3	88.5	18992.0	1.3

In termini matriciali, le tre dimensioni del dataset corrispondono rispettivamente al numero di righe, colonne e tabelle. Il primo passaggio corrisponde alla creazione di un numero di tabelle ($I \times J$) pari al numero di anni (15 tabelle), che chiameremo \mathbf{X}_k :



Per ciascuna tabella viene creata una matrice di varianza-covarianza, denominata $\mathbf{W}_k (I \times I)$, capace di riflettere la similarità tra gli Stati (I), relativamente alle variabili considerate nell'arco temporale di 15 anni:

$$\mathbf{W}_k = \mathbf{X}_k \mathbf{Q}_k \mathbf{X}_k^T \quad [20]$$

in cui \mathbf{X}_k è una matrice di dimensione $(I \times J_k)$ e \mathbf{X}_k^T è la matrice trasposta. Generalmente, quando tutte le matrici \mathbf{X}_k hanno lo stesso numero di variabili, come accade nel nostro caso, \mathbf{Q}_k sarà una matrice di identità di dimensione $(J \times J)$.

La similarità tra due matrici di varianza-covarianza \mathbf{W}_k e $\mathbf{W}_{k'}$ per i dati contenuti nelle tabelle tabelle k e k' , ottenute secondo la (1), potrà essere calcolata come segue:

$$\langle \mathbf{W}_k, \mathbf{W}_{k'} \rangle = \text{trace} (\mathbf{W}_k \mathbf{D} \mathbf{W}_{k'} \mathbf{D}) \quad [21]$$

in cui \mathbf{D} è una matrice di dimensione pari a $(I \times I)$, con elementi della diagonale uguali a $1/I$.

Terminato questo passaggio, è adesso possibile calcolare la similarità/vicinanza tra le matrici di varianza-covarianza. A tal proposito, la misura più comunemente usata è il cosiddetto coefficiente RV (introdotta da Robert e Escoufier). Questo tipo di analisi è anche conosciuta come la “*between-table structure*”, nel nostro caso, delle \mathbf{X}_k , e la misura di similarità applicata è chiamata Hilbert-Schmidt inner product: i prodotti interni (*inner products*) ottenuti dalla moltiplicazione vettoriale delle \mathbf{W}_k ci consentiranno di ottenere la nuova matrice, che chiameremo \mathbf{RV} :

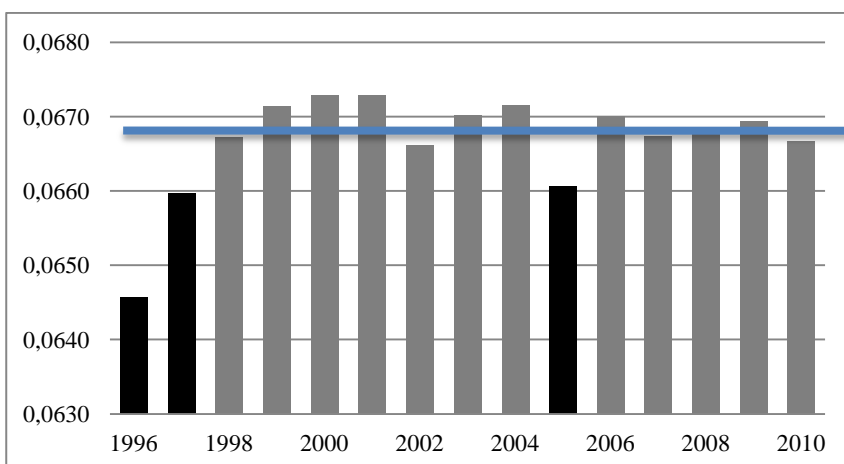
Relativamente alla misurazione

$$\mathbf{RV}(\mathbf{W}_k, \mathbf{W}_{k'}) = \frac{\langle \mathbf{W}_k, \mathbf{W}_{k'} \rangle}{\sqrt{\langle \mathbf{W}_k, \mathbf{W}_k \rangle \langle \mathbf{W}_{k'}, \mathbf{W}_{k'} \rangle}} \quad [22]$$

sulla quale andremo ad effettuare una *eigendecomposition* ottenendo, in questo modo, la similarità di cui prima, mediante l'estrazione di un vettore colonna che rappresenterà il nostro vettore dei pesi, che chiameremo \mathbf{a}_k . Il vettore estratto, \mathbf{a}_k , è ciò che consente al metodo STATIS di operare su dataset a tre dimensioni. L'estrazione del vettore \mathbf{a}_k dalla matrice \mathbf{RV} non avverrà con la classica PCA, bensì mediante la Singular Value Decomposition – SVD (una delle versioni della PCA). Consideriamo un solo vettore colonna, in quanto la *eigendecomposition* applicata alla matrice \mathbf{RV} consente l'estrazione di un unico vettore colonna i cui elementi hanno lo stesso segno (generalmente positivo). Si tratta di una proprietà del teorema di Perron-Frobenius che stabilisce che in matrici semi-definite positive (i cui elementi sono tutti positivi) hanno sempre il primo eigenvector composto da elementi con lo stesso segno.

Il vettore colonna \mathbf{a}_k rappresenta l'*agreement between tables*, di cui è riportata la rappresentazione grafica in Figura 3:

Figura 3. Bar Plot agreement between tables: pesi estratti dalla matrice RV



La Figura 3 mostra complessivamente un'elevata similarità tra le tabelle, da tradursi in termini di similarità dell'andamento delle variabili nei diversi Paesi Membri in un arco temporale particolarmente esteso. Ponendo attenzione al valore medio (pari a 0,0667), indicato dalla linea orizzontale di colore blu, è possibile notare come soltanto tre dei quindici anni considerati risultano essere leggermente al di sotto della media. Ci si riferisce agli anni 1996, 1997 e 2005. A tal proposito è semplice intuire che tra il 1996 e il 1997 nella maggior parte dei paesi Europei vi è stato l'avvio, seppur timido, delle politiche attive in favore delle RES il che sicuramente ha comportato un andamento sostanzialmente irregolare di alcune variabili definibili determinanti (quali ad esempio: elettricità da fonti rinnovabili, Research and Development in RES sector, etc.). Per quanto concerne il 2005 è utile richiamare quanto esposto nel Capitolo 1, laddove l'anno 2004 viene considerato il momento di rottura con la politica fino ad allora perseguita, e concretamente manifestasi con la presenza di Stati Membri quasi del tutto assenti dal processo di riforma, e altri invece ampiamente attivi e produttivi.

Ottenuti gli \mathbf{a}_k è possibile procedere con ciò che in STATIS è chiamato il "compromesso" tra le tabelle \mathbf{K} , che altro non è se non la somma pesata delle matrici di varianza-covarianza \mathbf{W}_k :

$$\mathbf{W} = \sum_{k=1}^K \mathbf{a}_k \mathbf{W}_k \quad [23]$$

Ottenuta la matrice del compromesso \mathbf{W} , la cui forma sarà $(I \times I)$, si procede nell'effettuare la ACP su di essa. Infine, estratte le CP, sarà possibile visualizzare i pesi applicando la seguente equazione:

$$\mathbf{C}_k = \mathbf{W}_k \mathbf{L} \mathbf{E}, \quad [24]$$

in cui \mathbf{E} ma matrice diagonale di dimensione pari a $(f \times f)$, in cui f è il numero delle componenti estratte, mentre gli elementi della diagonale sono l'inverso delle radici quadrate degli auto valori. Invece, la matrice \mathbf{L} contiene i punteggi della ACP ed ha dimensione pari a $(I \times f)$.

Le tre CP estratte dalla \mathbf{W} sono in grado di spiegare il 78,3% della varianza totale (Tabella 6):

Tabella 6. CP estratte

CP ESTRATTE	% VARIANZA	% VARIANZA CUMULATA
I° CP	52	52
II° CP	18,9	70,9
III° CP	7,4	78,3

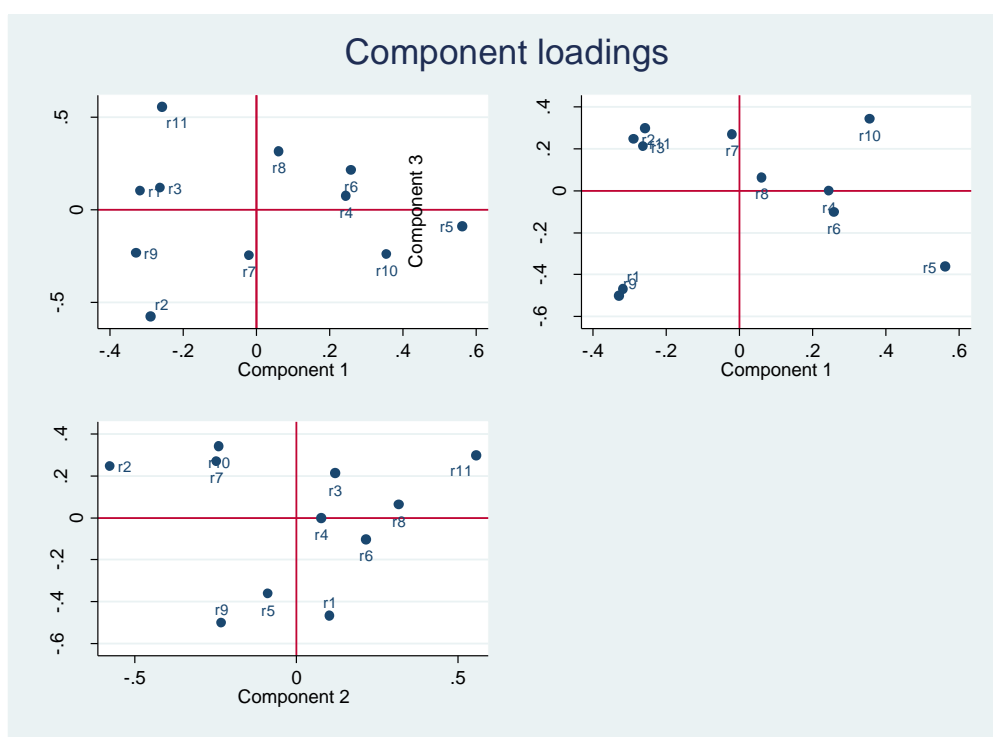
Nominiamo le stesse in base alla correlazione complessivamente spiegata (Tabella 7):

Tabella 7. Correlazioni e attribuzione nome alle CP

CP	Denominazione della PC	POSITIVO	NEGATIVO
1	Economie che usano fonti energetiche tradizionali.	Oil consumption Population	R&D in RES Electricity from RES
2	Economie caratterizzate da dipendenza energetica	Energy dependence	R&D in RES GDP pc
3	Economie che hanno sfruttato fonti energetiche alternative	Natural Gas consumption	Oil consumption

Ed infine, riportiamo su un loading plot la posizione di ciascuno degli 11 Stati Membri in relazione alle CP estratte (Figura 4):

Figura 4. Component loading plot (posizionamento 11 Paesi)



Le CP adesso diverranno input da inserire nella DEA Window analysis. Mentre l'output da valutare sarà il PV misurato in MW. Per quanto concerne la dimensione della *window*, sulla base dei risultati ottenuti effettuando la *eigendecomposition* sulla matrice RV, e quindi avendo verificato la presenza di un'elevata similarità tra Stati e variabili negli anni (mostrata dagli \mathbf{a}_k), è stata decisa una dimensione pari a 5 anni. Di seguito si riporta il risultato di una DEA W effettuato per il caso della Germania, che aiuta a meglio spiegare i passaggi necessari per calcolare i punteggi di efficienza secondo il principio delle medie mobili (Tabella 8), seguita dalla Tabella 10 che riporta i punteggi complessivi ottenuti:

Tabella 8. STATIS- WDEA Germania punteggi di efficienza (1996 – 2010)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
w1	100	100	96.7	100	100										
w2		100	100	100	100	100									
w3			100	100	100	100	100								
w4				100	100	100	100	100							
w5					100	100	99.9	100	100						
w6						100	99.6	100	100	100					
w7							99.5	100	100	100	100				
w8								100	100	100	100	97.6			
w9									100	100	100	97.6	100		
w10										100	100	97.6	75.8	100	
w11											100	100	77.3	95.1	100
w12												100	77.6	95.2	100
w13													100	95.2	100
w14														95.2	100
	100.00	100.00	98.90	100.00	100.00	100.00	99.80	100.00	100.00	100.00	100.00	98.56	86.14	96.14	100.00

Source: our calculation through Frontier Analyst

Tabella 9. STATIS-WDEA Punteggi di efficienza complessivi (1996 – 2010)

Years	Austria	Denmark	Finland	France	Germany	Italy	Netherl	Portugal	Spain	Sweden	United Kin
1996	37.20	7.20	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	56.50	100.00	100.00
1997	30.15	100.00	90.30	100.00	100.00	89.70	82.15	100.00	19.50	100.00	100.00
1998	43.43	100.00	74.70	100.00	98.90	84.77	100.00	33.67	0.80	41.37	33.60
1999	68.93	100.00	0.15	97.10	100.00	74.03	100.00	33.03	31.85	50.05	9.90
2000	80.90	80.22	70.08	83.14	100.00	44.58	80.08	78.22	100.00	57.40	78.18
2001	80.60	92.40	86.12	75.84	100.00	47.36	77.14	100.00	91.76	91.32	100.00
2002	100.00	91.10	100.00	100.00	99.80	63.22	100.00	100.00	85.92	100.00	100.00
2003	100.00	87.96	80.62	80.24	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2004	98.50	98.56	100.00	71.56	100.00	32.78	68.72	100.00	100.00	100.00	100.00
2005	97.88	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	81.92	100.00	54.90	100.00	100.00
2006	91.02	100.00	100.00	87.68	100.00	23.34	89.34	100.00	100.00	100.00	100.00
2007	100.00	100.00	100.00	76.40	98.56	0.06	86.68	100.00	96.04	100.00	100.00
2008	100.00	100.00	100.00	60.22	86.14	87.72	80.16	83.02	100.00	35.06	85.04
2009	72.34	94.52	64.64	100.00	96.14	100.00	100.00	100.00	90.82	78.98	100.00
2010	100.00	84.75	70.48	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Realizzare il confronto tra i diversi Stati risulta particolarmente agevole, in quanto leggendo i dati è possibile valutare sia l'efficienza di una DMU rispetto a se stessa (*column view*), e sia in relazione alle altre DMUs (*row view*). Inoltre, scomponendo in Efficienza Totale (TE), Efficienza Tecnica Pura (PTE) ed Efficienza di Scala (SE), è stato possibile analizzare in dettaglio i punteggi complessivi (Tabella 11):

Tabella 10. Risultati del PTE, TE e SE per 6 paesi del campione (1996/2010)

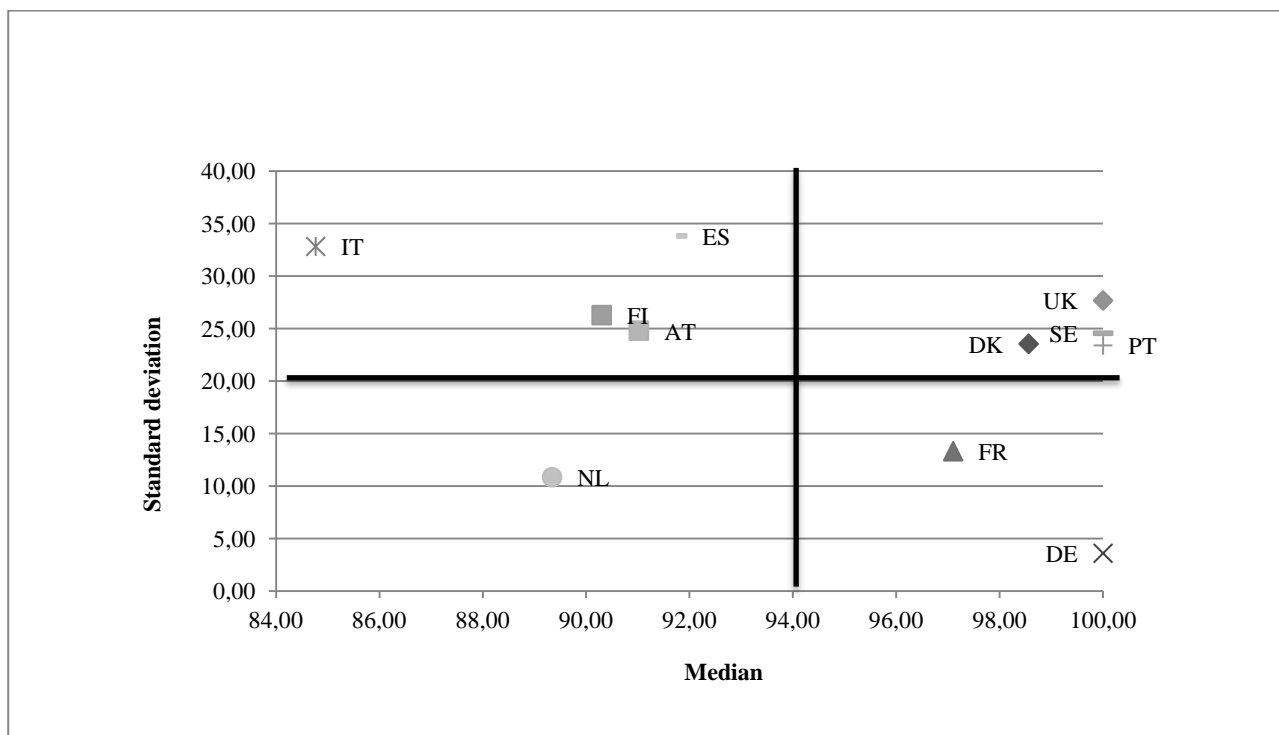
	IT			NT			DE			ES			SE			UK		
	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE
1996	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	75.7	75.7	56.5	22.9	40.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1997	89.7	50.3	56.1	82.2	69.0	84.0	100.0	100.0	100.0	19.5	8.2	41.8	100.0	89.5	89.5	100.0	100.0	100.0
1998	84.8	50.5	59.5	100.0	100.0	100.0	98.9	95.1	96.2	0.8	0.5	62.5	41.4	39.3	95.1	33.6	0.3	0.9
1999	74.0	50.5	68.2	100.0	100.0	100.0	100.0	90.7	90.7	31.9	27.9	87.6	50.1	0.2	0.3	9.9	8.1	82.1
2000	44.6	33.0	74.0	80.1	66.6	83.2	100.0	100.0	100.0	100.0	89.3	89.3	57.4	48.9	85.2	78.2	71.6	91.5
2001	47.4	34.2	72.3	77.1	66.5	86.2	100.0	100.0	100.0	91.8	90.9	99.1	91.3	75.7	82.9	100.0	100.0	100.0

2002	63.2	43.7	69.2	100.0	90.4	90.4	99.8	95.4	95.6	85.9	31.5	36.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2003	100.0	48.6	48.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2004	32.8	26.1	79.6	68.7	60.4	87.8	100.0	86.6	86.6	100.0	100.0	100.0	100.0	90.2	90.2	100.0	83.8	83.8
2005	100.0	20.5	20.5	81.9	78.9	96.3	100.0	100.0	100.0	54.9	39.8	72.5	100.0	100.0	100.0	100.0	65.5	65.5
2006	23.3	2.4	10.2	89.3	81.5	91.2	100.0	94.1	94.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	95.6	95.6
2007	0.1	0.0	33.3	86.7	70.8	81.7	98.6	93.7	95.0	96.0	80.1	83.4	100.0	85.6	85.6	100.0	100.0	100.0
2008	87.7	30.9	35.2	80.2	7.5	9.3	86.1	76.8	89.2	100.0	100.0	100.0	35.1	29.8	85.1	85.0	73.1	85.9
2009	100.0	58.4	58.4	100.0	44.8	44.8	96.1	94.9	98.8	90.8	85.2	93.8	79.0	61.6	78.0	100.0	95.1	95.1
2010	100.0	100.0	100.0	100.0	4.2	4.2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	67.9	67.9	100.0	100.0	100.0
Mean	69.8	43.3	59.0	89.7	69.4	77.3	98.6	93.5	94.8	75.2	65.1	80.5	83.6	72.6	84.0	87.1	79.5	86.7
SD	32.8	28.7	26.2	10.9	30.7	31.7	3.6	8.1	6.9	33.8	38.1	23.9	24.6	31.0	25.0	27.7	32.9	25.7

L'Italia ha registrato il più basso valore di TE (43,3%) ed il SE è pari a 59,01%, il che porta a concludere che l'inefficienza è da attribuire alla inadeguatezza delle politiche economiche adottate come anche all'efficienza di scala. In altre parole, l'Italia potrebbe ottenere migliori risultati in termini di installazione di PV migliorando il contesto in cui opera. Diverso è il caso della Germania, che presenta la minore differenza tra PTE e TE, denotando la presenza di un sistema particolarmente efficiente.

Concludendo, è possibile rappresentare graficamente i risultati della DEA Window considerando i dati mediani registrati nei 15 anni presi in considerazione (Figura 4):

Figura 5. Risultati dell'applicazione del Modello STATIS WDEA



La Germania e la Francia risultano essere i best performer che, oltre ad un punteggio particolarmente elevato, hanno anche registrato dei bassi livelli di variabilità durante i 15 anni. Relativamente a quest'ultimo punto, lo stesso non può dirsi per paesi quali, Regno Unito, Danimarca, Svezia e Portogallo che, nonostante abbiano ottenuto punteggi particolarmente elevati, hanno seguito un andamento particolarmente incostante. Dal lato opposto, e quindi con punteggi di efficienza inferiori, sebbene non per questo negativi, rispetto ai paesi sopra citati, troviamo invece Italia, Spagna Finlandia e Austria. Infine, l'Olanda è l'unica ad avere ottenuto il secondo punteggio più basso del campione (il penultimo posto nel *raking*), seguendo, tra l'altro, un certa staticità negli anni. L'analisi e dunque il confronto dei risultati ottenuti mediante il modello STATIS-WDEA, sono stati in un secondo momento confrontati con le informazioni sulle politiche di sostegno implementate negli 11 Stati Membri. Le suddette informazioni sono state raccolte sia grazie alla letteratura scientifica (Solangi et al., 2011) che ai diversi Report pubblicati da organismi internazionali (tra cui: EU, PV Status Report 2011; EU, PV Status Report 2010; EU, PV Status Report 2009; EU, PV Status Report 2008; EU, PV Status Report 2007; EU, PV Status Report 2007; EU, PV Status Report 2005; EU, PV Status Report 2003; RES LEGAL).

I risultati confermano che non tutti i regimi di sostegno hanno avuto lo stesso effetto nell'aumento di capacità installata di fotovoltaico, bensì alcuni di essi hanno prodotto risultati migliori. In particolare, quei Paesi che hanno avviato il supporto al Fotovoltaico iniziando con interventi di dimostrazione (i cosiddetti Programmi di Dimostrazione), seguiti dall'introduzione dei FIT, hanno raggiunto i migliori risultati (sia in termini di MW installati che di credibilità nei confronti degli investitori). Inoltre, quei Paesi che hanno gestito le politiche dei FIT in modo coerente e senza caratterizzare i programmi da *stop-and-go* formule (come invece accaduto in Olanda) hanno beneficiato maggiormente degli effetti positivi dei FIT. Nei Paesi Bassi, infatti, l'introduzione dei FIT con un'imposizione di un cap particolarmente ridotto ha fatto sì che questo venisse raggiunto in poco meno di un mese, causando in breve tempo il fallimento del mercato. Un'ulteriore considerazione che bisogna fare riguarda la modalità in cui i regimi di sostegno vengono implementati: infatti, come richiesto dalla Direttiva 2009/89/EC è indispensabile che le procedure burocratiche inerenti la diffusione (e dunque la costruzione di impianti FER) siano snelliti il più possibile. In quest'ottica i risultati ottenuti dall'analisi confermano che in quei paesi in cui ciò non è avvenuto (vedi Italia e Portogallo) ciò ha causato una penetrazione della tecnologia fotovoltaica particolarmente instabile, caricando eccessivamente i Governi e egli apparati burocratici ad esso connessi. Nell'ottica della futura armonizzazione, quindi, non è sufficiente porre l'attenzione esclusivamente sulla tipologia di regime di sostegno da implementare, bensì bisognerà ragionare sulle esatte metodologie che consentiranno ai Governi di gestire al meglio le politiche, snellendo le

pratiche e assicurando agli investitori nonché ai consumatori interessati (nel caso del fotovoltaico) la giusta fiducia nel medio/lungo periodo.

2.6. Conclusioni

Dopo ampie discussioni con gli Stati membri, nella sua relazione del 2012 “Energie rinnovabili: un ruolo di primo piano nel mercato energetico europeo” la Commissione Europea ha annunciato piani volti a realizzare tali orientamenti. Considerato l’attuale ruolo preponderante dei regimi di sostegno finanziario nello sviluppo delle energie rinnovabili, e vista la crescente importanza (e i costi crescenti) dell’utilizzo delle energie rinnovabili nel settore dell’elettricità, sono richiesti sforzi urgenti per riformare tali regimi, al fine di garantire che siano progettati in modo orientato al mercato ed efficace in termini di costi. Gli orientamenti della Commissione sono necessari per assicurare che i regimi di sostegno vengano aggiornati con la regolarità e velocità richieste per tener conto della diminuzione dei costi delle tecnologie, che le riforme consentano ai produttori di energie rinnovabili di diventare soggetti attivi sul mercato energetico (ad esempio passando da tariffe di riacquisto a premi o quote di riacquisto nonché ricorrendo agli appalti per evitare eccessi di compensazione, ecc.) e che simili interventi sul mercato servano a correggerne gli errori, non ad aggiungere nuove distorsioni o a mantenere quelle vecchie.

Sebbene da diversi anni ormai gli Stati Membri implementino regimi di sostegno rientranti nelle categorie esposte nei precedenti paragrafi, è fuori di dubbio che esistono, come confermato dai nostri risultati, delle politiche per le FER che operano meglio rispetto ad altre. Nel caso specifico, sono state analizzate le politiche in favore degli impianti fotovoltaici il cui output è stato il totale dei MW installati. I risultati non solo confermano l’efficienza di alcune politiche rispetto ad altre, ma anche l’efficienza in termini di output finale partendo dalla considerazione della situazione di partenza di ciascun Stato Membro. In altre parole, bisogna comunque apprezzare gli sforzi realizzati da alcuni paesi, quali Italia o Spagna che, rispetto a Svezia o Finlandia, partivano senza dubbio da valori di FER nettamente più bassi. Avril et al. (2012) giungono alle medesime conclusioni, sostenendo che non è possibile affermare che un paese abbia implementato il sistema di support schemes migliore, poichè ogni Stato è un caso particolare in termini di mix energetico, livelli di dipendenza energetica differenti, prezzi dell’elettricità differenti, diverso coinvolgimento pubblico. Ciononostante, gli autori concordano su quanto riportato dai nostri risultati, ovvero: che un efficiente sistema di support schemes dovrebbe sicuramente puntare inizialmente su ampi Programmi di Dimostrazione e su ingenti programmi di R&D con l’obiettivo di migliorare la tecnologia e quindi ridurre gli eventuali costi aggiuntivi. Mentre, in una seconda fase, in cui la

tecnologia sarà matura, allora sarà auspicabile implementare le cosiddette *demand pull policies* (FIT, sgravi fiscali, etc.) consentendo in questo modo alla tecnologia di penetrare nel mercato.

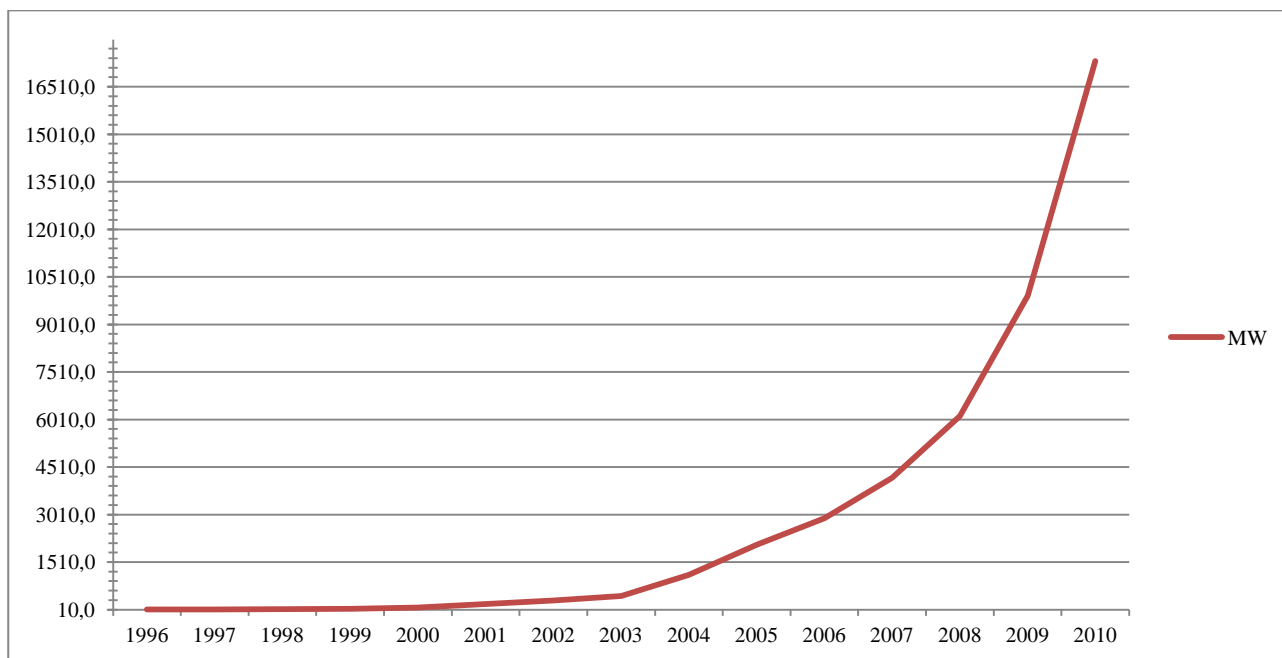
Il presente lavoro ha prodotto una serie di risultati che potranno essere considerati nelle future discussioni circa l'armonizzazione dei support schemes, ai sensi di quanto esplicitamente richiesto dal Parlamento Europeo che, durante le lunghe discussioni precedenti l'approvazione della Direttiva 2001/77, chiedeva di analizzare gli effetti delle politiche delle FER in termini di MW, e non di GW o comunque di costi economici come finora fatto.

FOCUS: GERMANIA

In relazione ai dati ottenuti applicando il metodo STATIS-WDEA, approfondiamo in queste pagine il caso della Germania, al fine di produrre un'informazione contro-fattuale circa i risultati ottenuti. In Germania, a partire dal 1999 sono state implementate una serie di politiche finalizzate alla promozione e penetrazione delle FER. In particolare, nel settore del Fotovoltaico, il Governo è intervenuto inizialmente con ingenti Demonstration Programmes seguiti da FIT.

Il caso della Germania risulta essere particolarmente interessante in quanto il paese è stato in grado di avviare un programma di supporto alle FER caratterizzato da stabilità e crescita costante, assicurando fiducia agli investitori interessati nel settore (Figura 6):

Figura 6. Capacità installata di Fotovoltaico in Germania, dal 1996 al 2010



Da un punto di vista politico-economico, l'emanazione della legge sulle FER nel 1990, ha senza dubbio rappresentato l'inizio dei lavori (Tabella 11):

Tabella 11. Principali atti normativi in materia di FER in Germania

ANNO	DENOMINAZIONE DELL'INTERVENTO:	DESCRIZIONE:
1990	Renewable Energy Law (EEG)	
1989 – 1995	Programma di dimostrazione "1.000 Tetti Fotovoltaici"	Rimborso del costo totale dell'impianto, fino ad un massimo del 60%.
1990	Feed in Law (<i>Stromeinspeisungsgesetz</i>)	
1999 - 2003	Programma di dimostrazione "100.000 Tetti Fotovoltaici"	Budget stanziato: 560.000.000 euro. Prestiti decennali, a tassi estremamente bassi, pari a zero per i primi due anni.
2000	Atto sulle fonti energetiche rinnovabili (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG)	1. Introduzione dei FIT. 2. Nessun costo per le casse del Governo Federale: infatti i FIT sono pagati dai consumatori direttamente con sovraccarico nella bolletta (secondo il principio: più

consumi più paghi).

3. I FIT saranno soggetti a riduzione periodiche.

2004	Emendamento dell' Atto sulle fonti energetiche rinnovabili	Si decide una riduzione del 5% annuale dei FIT, al fine di incoraggiare una riduzione dei costi.
2009	Secondo Emendamento dell'Atto sulle Fonti Energetiche Rinnovabili (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG, 2009).	Si decide una riduzione del compresa tra 9% e l'11% annuale dei FIT (in base alla tipologia di impianto).

A partire dal 1989, gli investimenti nel settore del Fotovoltaico tedesco crebbero in modo esponenziale e a ritmi altamente sostenuti. Sicuramente l'inclusione del Partito dei Verdi nell'allora Governo Federale giocò un ruolo rilevante in questa direzione. Si deve, infatti, alle pressioni esercitate dal partito dei Verdi, l'approvazione dell'Atto sulle fonti energetiche rinnovabili (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG), il cui obiettivo era quello di incoraggiare una riduzione dei costi dei pannelli solari partendo dalle economie di scala che si sarebbero avute negli anni a venire (Sueyoshi and Goto, 2014). Oltre gli interventi finanziati a livello di governo centrale, anche i vari Lander offrono incentivi di produzione finanziati dalle sovrattasse inserite nelle bollette dei consumatori.

Nonostante la crisi economica degli ultimi anni, le banche tedesche continuano a prestare denaro per installazioni di fotovoltaico di media e piccola dimensione. Ad esempio, la Banca Tedesca per gli Investimenti ha erogato prestiti per progetti RES fino a 10.000.000 di euro, con un tasso di interesse medio pari al 5%. Per l'accesso al prestito relativo ad impianti di piccole dimensioni, i requisiti richiesti dalla Banca sono semplicemente l'affidabilità creditizia nonché il reddito mensile. Mentre il tasso di interesse è indipendentemente dalla durata del prestito e si aggira entro il limite del 5,6%. Infine, per concludere la disanima sui prestiti citiamo anche quelli erogabili in base alla proprietà: ovvero i tedeschi che possiedono un immobile possono ottenere un prestito per 15 anni, ad un tasso di interesse pari al 4,5%. L'unico svantaggio di questo sistema risiede nel fatto che gli impianti devono avere una dimensione piuttosto ampia poiché le banche preferiscono erogare finanziamento di almeno 25.000 euro, corrispondenti mediamente ad impianti di 7 kW (Mundo-Hernández et al., 2014). Soltanto nel 2004, quando avvenne l'emendamento dell'Atto sulle fonti energetiche rinnovabili, gli investimenti iniziarono a ridursi.

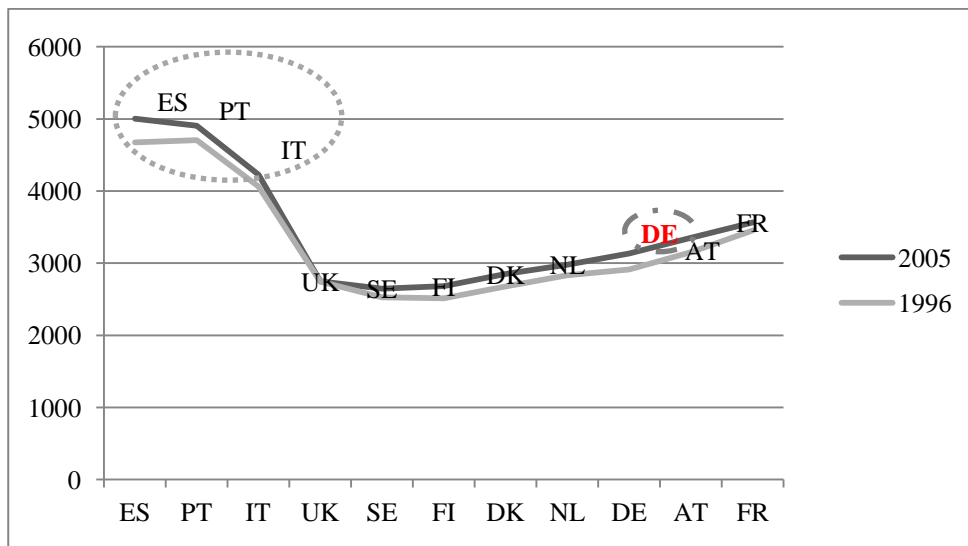
Nel periodo compreso tra 2004/2010, gli investimenti subirono un ulteriore rallentamento, molto probabilmente causato dalla riduzione del 5% annuale dei premi dei FIT, specifico per gli impianti costruiti a partire dal 2005, che nel 2010 è arrivato ad una riduzione del 15%. La riduzione dei FIT che sta avvenendo in Germania, come anche in altri Paesi Europei, non deve comunque essere intesa in un'accezione negativa. Anzi, al contrario, sia i FIT che le altre politiche di sostegno

devono nel tempo subire delle riduzioni. Questo è quanto ribadito dalla Commissione Europea, nonché ciò che viene riportato nelle Linee Guida sugli Aiuti di Stato. La tecnologia FER (indipendentemente dalla fonte, sia essa solare, eolica o idroelettrica) è ormai giunta ad un livello di maturità sicuramente superiore a quanto si registrava nel 1996. Non è dunque ammissibile che i Governi continuino a pagare ingenti somme (nelle forme di regimi di sostegno), in quanto il risultato complessivo è già stato raggiunto. Questo la Germania lo sa bene.

Il modello tedesco ha avuto particolare successo in quanto sono stati adottati una serie di *support schemes* capaci realmente di garantire stabilità e credibilità al sistema FER. Infatti, i programmi di dimostrazione (sia nella forma dei prestiti che dei rimborsi) hanno rappresentato un'importante misura che nel breve periodo ha effettivamente stimolato il mercato. A distanza di quasi 20 anni, la Germania può dirsi soddisfatta del livello di sviluppo raggiunto, tanto da aver annunciato una riduzione dei FIT nonché delle restanti politiche di sostegno, con l'obiettivo specifico di iniziare a pensare (e dunque a raccogliere risorse finanziarie) per altri interventi urgenti, sempre di tipo energetico, come la chiusura di alcune delle centrali nucleari presenti nel paese e che a breve raggiungeranno la fine del ciclo di vita.

Per concludere, si riporta in Figura 6 un dato interessante riguardante le radiazioni solari:

Figura 7: Intensità radiazioni solari orizzontali (1996/2005)



Fonte: JRC – ISPRA

Nonostante la Germania sia ben al di sotto dell'intensità di radiazioni solari, rispetto a Paesi "sunrich" quali Italia, Portogallo e Spagna, è riuscita ugualmente ad ottenere risultati complessivi nettamente superiori. Questo per dire che indipendentemente dalla quantità di radiazioni solari del Paese, se la Germania è riuscita ad ottenere le migliori performance lo si deve essenzialmente al buon funzionamento delle politiche adottate e al modo in cui sono state implementate.

CAPITOLO 3

Un'ipotesi di indice sintetico di monitoraggio della EU2020 a livello regionale: IM_EU2020

Introduzione

La Strategia EU 2020, approvata dalla Commissione Europea nel Marzo del 2010, mira a rendere l'Unione Europea maggiormente competitiva, supportando le politiche degli Stati Membri nel settore dell'inclusione sociale, dell'ambiente, dell'energia e della ricerca. In questo contesto, si inserisce il lavoro che sarà presentato nel seguente capitolo, e che ha per oggetto la creazione di un indice sintetico per il Monitoraggio della *Europe 2020* (IM_EU2020), a livello regionale italiano. Gli indicatori elementari di per sé, rappresentano uno strumento fondamentale, capace di fornire informazioni dettagliate relativamente ad uno specifico fenomeno. Ciononostante, per motivi di praticità e di utilità, in molti settori economici è auspicabile che la descrizione di determinate situazioni, in questo caso, regionali, sia coadiuvata da uno strumento in grado di cogliere, da solo, la multidimensionalità del fenomeno investigato.

La creazione di un indice sintetico caratterizzato dall'obiettivo sopra esposto, si scontra in primo luogo con la complessità di identificare un adeguato match tra la misura analitica, rappresentata dal sistema di indicatori elementari prescelti, e la definizione della conseguente misura sintetica che, mediante un'opportuna funzione di aggregazione, sia capace di raccogliere i molteplici aspetti del fenomeno oggetto di studio. La complessità maggiore, inoltre, risiede nell'estrapolazione degli indicatori elementari da dover effettuare a livello regionale, e non nazionale. Infatti, nonostante gli sforzi realizzati in ambito statistico negli ultimi anni, risulta ancora poco capillare e scarsamente aggiornata l'informazione statistica a livello regionale, sia per quanto concerne la quantificazione dei fenomeni ambientali, che energetici e sociali. Questo è vero non soltanto per l'Italia, ma anche per la quasi totalità degli Stati Membri dell'UE.

A livello Europeo, i progressi verso i target della EU 2020 prevedono il raggiungimento non di uno o due obiettivi specifici, bensì di una molteplicità di obiettivi, non sempre connessi tra di loro. Questi risultano essere particolarmente indipendenti tra di loro, creando non poche dissimilarità nell'andamento che ciascuno Stato Membro sta percorrendo per il raggiungimento degli stessi: in altre parole, alcuni Stati Membri hanno raggiunto importanti progressi in alcuni target della EU2020, ma non in altri. Per essere realmente competitivi, e non restare indietro in termini di crescita economica, è necessario che i progressi vengano raggiunti in tutte le dimensioni individuate dalla Strategia. A questo si aggiunga che non solo ad oggi non esiste uno strumento sintetico capace di monitorare adeguatamente i progressi dei Singoli Stati Membri, ma in più non si conosce esattamente il contributo che ciascuna Regione Europea è capace di apportare al fine di contribuire

adeguatamente al raggiungimento del target nazionale. Questo è il principale motivo per cui è necessario produrre uno strumento sintetico che, cogliendo la multidimensionalità del fenomeno, consenta ai policy maker (nazionali e regionali), che già conoscono il target nazionale, di misurare l'avanzamento delle Regioni, al fine di prendere decisioni consone e concretamente fondate, lasciando spazio di manovra in corso d'opera. Ci colleghiamo, in tal senso, al concetto di monitoraggio, ampiamente analizzato dalla letteratura scientifica relativa al Project Cycle Management, il quale consente di intervenire *in itinere*, prendendo provvedimenti che permettano ad un Regione di migliorare un aspetto piuttosto che un altro, senza dover arrivare a conclusioni definitive e, spesso, negative, che piuttosto si presentano nella fase della valutazione *ex post*.

3.1. Standardizzazione, ponderazione e aggregazione: metodi a confronto

Un indicatore sintetico consente di misurare concetti multidimensionali che non potrebbero essere catturati da un unico indicatore. Sempre di più vengono utilizzati da Istituti Nazionali di Statistica, organizzazioni internazionali (OECD, Fondo Monetario Internazionale, International Labour Organisation, etc), e mondo accademico nell'intento di raccogliere informazioni sullo status di Paesi e Regioni in diversi settori, quali l'ambiente, l'inclusione sociale, l'energia, ecc. Relativamente a quanto prodotto da Organizzazioni Internazionali, ad oggi esistono diversi indicatori sintetici che hanno ricevuto ampio consenso scientifico e che continuano a rappresentare un pilastro relativamente a specifici settori, tra cui citiamo:

- *Corruption Perceptions Index*, creato nel 1995, basato sui indicatori standardizzati secondo lo z-score, ri-scalati al fine di avere media pari a 45 e deviazione standard pari a 20, così da garantire un range di 0-100 (l'indice è calcolato sulla base delle medie per ciascun paese). (Transparency International, 2013);
- *Human Development Index*, *Human Poverty Index*, e *Gender Inequality Index*, elaborati all'interno del Programma di Sviluppo delle Nazioni Unite, e calcolati sulla base di medie geometriche di indici normalizzati, rappresentanti diverse dimensioni (UNDP).
- *Composite Leading Indicators (CLI)*, prodotto dall'OCSE nei primi anni '70 (OECD, 2012), per il monitoraggio e le previsioni di crescita economica in 33 paesi membri.
- *Internal Market Index*, che utilizza la standardizzazione dello z-score, mentre per la ponderazione si fa riferimento al metodo del Budget allocation (Moldan et al. 1997).
- *Environmental Performance Index*: utilizza la metodologia del "proximity-to-target", che consente di verificare la vicinanza di un paese verso un target politico precedentemente identificato. I punteggi vengono poi ri-scalati da 0 a 100 (EPI, 2014).

- *Environmental Vulnerability Index*, elaborato dalla South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC), in collaborazione con il United Nations Environment Programme (UNEP). L'indice è basato su una batteria di 50 indicatori rappresentativi della dimensione ambientale (EVI, 2004).

Gli indici sintetici sopra esposti non rappresentano certamente un universo esaustivo, bensì consentono di avere un'idea più chiara dell'utilizzo che ormai da anni si fa di tale tipologia di strumento, sia da parte di diverse organizzazioni internazionali e sia per dimensioni spesso differenti tra di loro. Risulta chiara l'utilità principale di questo strumento, capace di consentire un confronto tra diverse unità (siano esse Nazioni, Regioni, etc), permettendo ai policy makers nonché ai mezzi di comunicazione, di meglio descrivere determinati fenomeni essendo supportati da confronti empirici (Saltelli, 2007). Inoltre, i risultati dei suddetti indici risultano essere di facile lettura da parte degli utilizzatori finali, siano essi semplici cittadini o stakeholder maggiormente interessati sulla materia. Consentono, infine, di realizzare attività di monitoraggio relativamente ad uno specifico fenomeno o in relazione alle performance di un numero definito di Stati relativamente ad un target prestabilito.

Nonostante i lati positivi nonché le potenzialità dello strumento, la letteratura ribadisce che l'effettiva utilità nonché il funzionamento reale dello strumento dipende da una serie di fattori (tra cui la scelta degli indicatori semplici da inserire, il metodo di ponderazione e aggregazione, etc) che bisogna tenere in dovuta considerazione durante la fase di costruzione (OECD, 2008; Saisana & Tarantola, 2002). In quest'ottica, l'invito all'attenzione viene ricondotto soprattutto a 5 aree specifiche, che rappresentano gli step fondamentali per la creazione di un indice sintetico, ovvero:

1. Disponibilità dei dati
2. Scelta degli indicatori semplici più rappresentativi
3. Standardizzazione (Tabella 1). Spesso gli indicatori elementari non sono comparabili tra loro, in quanto espressi in unità di misura diverse. La standardizzazione è il procedimento che consente di convertire gli indicatori elementari in numeri puri o adimensionali. La prima attenzione deve essere posta nella scelta della tecnica adeguata, scegliendola tra le varie formulazioni ad oggi esistenti, e di cui si fornisce un esempio non esaustivo nella tabella che segue (in cui I_{qc}^t rappresenta l'indicatore q-esimo, al tempo t, per l'unità c):

Tabella 1: rassegna principali tecniche di standardizzazione

<i>Tecnica di standardizzazione</i>	<i>Equazione</i>
Ranking: è uno dei metodi più semplici, e non risente dell'influenza di eventuali <i>outlier</i> . Consente il confronto tra Paesi in relazione alle posizioni assunte da questi ultimi.	$I_{qc}^t = Rank(x_{qc}^t)$

Indici relativi rispetto al campo di variazione: questo può avvenire utilizzando la formula del min max, con il quale è possibile riportare i valori assoluti ad un intervallo comune, per esempio 0-1);	$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - \min_c(x_q^{t0})}{\max_c(x_q^{t0}) - \min_c(x_q^{t0})}$
Scarti standardizzati, o z-scores: si convertono gli indicatori ad una scala comune con media zero e varianza 1. Di conseguenza, indicatori con valori estremi avranno un effetto maggiore nell'indice sintetico.	$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - x_{qc=\bar{c}}^t}{\sigma_{qc=\bar{c}}^t}$
Indicatori al di sotto o al di sopra del valor medio vengono trasformati in modo tale che i valori vicino la media avranno valore uguale a 0, mentre quelli sopra o sotto la media riceveranno il valore di 1 o -1.	$I_{qc}^t = \begin{cases} 1 & \text{se } w > (1 + p) \\ 0 & \text{se } (1 - p) \leq w \leq (1 + p) \\ -1 & \text{se } w < (1 - p) \end{cases}$ <p>in cui $w = x_{qc}^t / x_{qc=\bar{c}}^{t0}$</p>

4. Ponderazione degli indicatori elementari standardizzati. In letteratura esistono diversi metodi di ponderazione, chiaramente con pro e contro. Con strumenti di analisi statistica multivariata, quali l'ACP e l'Analisi Fattoriale, è possibile derivare dei pesi da modelli statistici. In questo caso, i modelli possono essere utilizzati per raggruppare indicatori semplici sulla base del loro grado di correlazione, in assenza della quale è impensabile utilizzarle. Un'altra tecnica interessante è l'approccio del *Benefit of Doubt* (BoD), in cui sono i dati stessi a decidere sui pesi. La BoD può essere applicata a set di indicatori semplici di numero limitato. Infine, i pesi possono essere calcolati secondo, la cosiddetta, convergenza delle opinioni di esperti del settore (Pacinelli, 2008), o ancora è possibile attribuire pesi eguali a tutti gli indicatori semplici. La scelta finale dipende dall'obiettivo che si è posto il ricercatore.
5. Aggregazione. Anche in questo caso la letteratura è particolarmente vasta. Il primo quesito a cui bisogna rispondere è: Aggregazione lineare o geometrica? la scelta dipende dall'obiettivo finale. Infatti, l'aggregazione geometrica è consigliata nel caso in cui si voglia garantire qualche grado di compensabilità tra gli indicatori (o dimensioni). Diversamente, con l'aggregazione lineare, gli indicatori elementari vengono ricompensati proporzionalmente ai pesi. Se invece si vuole che i pesi conservino la loro importanza, allora bisognerà utilizzare dei metodi che "non consentono la compensabilità". Ciò accade soprattutto in quei casi in cui diverse dimensioni vengono aggregate nell'indice sintetico, come accade negli indici ambientali che generalmente includono dati ambientali, fisici e sociali. In questi casi non è raccomandabile né l'aggregazione lineare e né tanto meno la geometrica. Inoltre, bisogna valutare l'utilità di un'aggregazione moltiplicativa, adoperando modelli moltiplicativi, quali ad esempio la BoD (Giambona & Vassallo, 2014; Giambona & Vassallo, 2013; Coelli et al., 2005).

3.2. *Literature review* sulla produzione scientifica e da parte di Organizzazioni Internazionali di indici sintetici multidimensionali

Sebbene la letteratura scientifica in materia di indici sintetici risulta essere sufficientemente matura, lo stesso non può dirsi per quanto concerne l’inserimento delle dimensioni che abbiamo deciso di considerare. A tal proposito, merita particolare attenzione la dimensione legata al settore energetico, la quale solo di recente sta ricevendo particolare attenzione, sia dal mondo accademico che dalle diverse Istituzioni Internazionali. Il settore energetico è stato recentemente studiato sotto diversi aspetti: offerta energetica, domanda energetica, produzione energia da fonti rinnovabili, costi-benefici delle energie rinnovabili. Nel 2005, in seguito ad un lavoro congiunto di IAEA, Unione Europea, Eurostat, Nazioni Unite – Dipartimento di Affari Economici e Sociali, Eurostat, e Agenzia Internazionale per l’Energia, si è finalmente proceduto ad identificare la connessione tra sviluppo economico e energia, stabilendo il nesso tra le due dimensioni e quindi individuando i potenziali indicatori in grado di misurarne il fenomeno (IAEA, 2005). Sebbene ogni Agenzia che ha preso parte al lavoro possedeva già a quei tempi dei propri indicatori finalizzati a misurare i fenomeni energetici, il nuovo contesto politico ed economico mondiale ha portato all’esigenza di identificare un unico set di indicatori energetici, riconosciuti e, dunque adoperati congiuntamente, da queste ultime nelle loro analisi annuali, da considerare nell’ottica dello sviluppo sostenibile. La Tabella 2 riporta la descrizione dei 30 indicatori che sono stati inseriti nell’Energetic Indicators for Sustainable Development (EISD) e che, molto similmente a quanto esporremo nel prossimo paragrafo, vengono considerati in un’ottica sinergica nel raggiungimento di un effettivo sviluppo economico e sostenibile. Infatti, tre sono le dimensioni considerate nell’EISD: sociale, economica ed energetica (Tabella 2):

Tabella 2. Energetic Indicators for Sustainable Development (IAEA, 2005)

SOCIAL DIMENSION	
SOC 1	Share of households (or population) without electricity or commercial energy, or heavily dependent on non-commercial energy Share of households or population with no access to commercial energy services including electricity, or heavily dependent on ‘traditional’ non-commercial energy options, such as fuelwood, crop wastes and animal dung
SOC 2	Share of household income spent on fuel and electricity Share of household disposable income (or private consumption) spent on fuel and electricity (onaverage and for the 20% of the population with the lowest income)
SOC 3	Household energy use for each income group and corresponding fuel mix Energy use of representative households for each income group and the corresponding fuel mix Household incomes divided into quintiles (20%)
SOC 4	Accident fatalities per energy produced by fuel chain Number of annual fatalities per energy produced by fuel chain

ECONOMIC DIMENSION	
ECO 1	Energy use per capita Energy use in terms of total primary energy supply (TPES), total final consumption (TFC) and final electricity use per capita
ECO 2	Energy use per unit of GDP Ratio of total primary energy supply (TPES), total final consumption (TFC) and electricity use to gross domestic product (GDP)
ECO 3	Efficiency of energy conversion and distribution Efficiency of energy conversion and distribution, including fossil fuel efficiency for electricity generation, efficiency of oil refining and losses occurring during electricity transmission and distribution, and gas transportation and distribution
ECO 4	Reserves-to-production ratio Ratio of energy reserves remaining at the end of a year to the production of energy in that year. Also, lifetime of proven energy reserves or the production life index
ECO 5	Resources-to-production ratio Ratio of the energy resources remaining at the end of a year to the production of energy in that year Also, lifetime of proven energy resources
ECO 6	Industrial energy intensities Energy use per unit of value added in the industrial sector and by selected energy-intensive industries
ECO 7	Agricultural energy intensities Final energy use per unit of agricultural value added
ECO 8	Service/commercial energy intensities Final energy use per unit of service and commercial value added or per floor area
ECO 9	Household energy intensities Amount of total residential energy used per person or household or unit of floor area. Amount of energy use by residential end use per person or household or unit of floor area, or per electric appliance
ECO 10	Transport energy intensities Energy use per unit of freight-kilometre (km) hauled and per unit of passenger-km travelled by mode
ECO 11	Fuel shares in energy and electricity The structure of energy supply in terms of shares of energy fuels in total primary energy supply (TPES), total final consumption (TFC) and electricity generation and generating capacity
ECO 12	Non-carbon energy share in energy and electricity The share of non-carbon energy sources in primary energy supply (TPES) and in electricity generation and generating capacity
ECO 13	Renewable energy share in energy and electricity The share of renewable energy in total primary energy supply (TPES), total final consumption (TFC) and electricity generation and generating capacity (excluding non-commercial energy)
ECO 14	End-use energy prices by fuel and by sector Actual prices paid by final consumer for energy with and without taxes and subsidies
ECO 15	Net energy import dependency The ratio of net import to total primary energy supply (TPES) in a given year in total and by fuel type such as oil and petroleum products, gas, coal and electricity
ECO 16	Stocks of critical fuels per corresponding fuel consumption Ratio of the stocks of critical energy fuels to the daily, monthly or annual use of the corresponding fuel.

Critical fuel is usually oil. Some countries might consider other fuels critical (e.g. natural gas, ethanol, etc.)

ENVIRONMENTAL DIMENSION	
ENV 1	<p>Greenhouse gas (GHG) emissions from energy production and use, per capita and per unit of GDP: Emissions of greenhouse gases (GHGs) from energy production and use, per capita and per unit of gross domestic product (GDP), including carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O)</p>
ENV 2	<p>Ambient concentrations of air pollutants in urban areas: Ambient concentrations of air pollutants such as ozone, carbon monoxide, particulate matter (PM₁₀, PM_{2.5}, total suspended particulate [TSP], black smoke), sulphur dioxide, nitrogen dioxide, benzene and lead</p>
ENV 3	<p>Air pollutant emissions from energy systems Emissions of air pollutants from all energy-related activities including electricity production and transportation. Main causes of growing concern are emissions of acidifying substances, such as sulphur oxides (SO_x) and nitrogen oxides (NO_x); ozoneforming gases (ozone precursors), such as volatile organic compounds (VOCs), NO_x and carbon monoxide (CO); and fine particulates</p>
ENV 4-1	<p>Contaminant discharges in liquid effluents from energy systems Contaminant discharges in liquid effluents from all energy-related activities, including the discharge of cooling waters, which can raise the temperature of the watercourse</p>
ENV 4-2	<p>Oil discharges into coastal waters Total accidental, licensed and illegal disposal of mineral oil into the coastal and marine environment</p>
ENV 5	<p>Soil area where acidification exceeds critical load Soil area where damage could occur due to acidification levels that exceed critical loads</p>
ENV 6	<p>Rate of deforestation attributed to energy use Annual change in the amount of natural and plantation forest area tracked over time that could be attributed to using wood as a fuel for energy purposes</p>
ENV 7	<p>Ratio of solid waste generation to units of energy produced Amount of solid waste (excluding radioactive waste) produced annually from activities related to the extraction and conditioning of primary fuels, and waste produced in thermal power plants, expressed as weight of waste per unit of energy produced</p>
ENV 8	<p>Ratio of solid waste properly disposed of to total generated solid waste Amount of waste generated by the energy sector that has been properly disposed of, expressed as a percentage of the volume of total solid waste produced by the energy sector</p>
ENV 9	<p>Ratio of solid radioactive waste to units of energy produced Radioactive waste arising from nuclear fuel cycles or other fuel cycles per unit of energy produced. Waste arising destined for disposal in solid form are classified and categorized according to national definitions or as proposed here. These quantities consider all radioactive wastes from energy fuel cycles, including mining, milling, energy generation and other related processes. This indicator represents a set of indicators that includes one for each type of radioactive waste</p>
ENV 10	<p>Ratio of solid radioactive waste awaiting disposal to total generated solid radioactive waste This indicator is a measure of the accumulated quantities of solid radioactive waste awaiting nearsurface or geological disposal from all steps in the nuclear and non-nuclear fuel cycles. These quantities include all radioactive wastes originating from energy fuel cycles, including mining, milling, energy generation and other related processes. Radioactive wastes in solid form are classified and categorized according to national definitions or as proposed here. This indicator represents a set of indicators that includes one for each type of radioactive waste</p>

L'IAEA specifica nel lavoro che la lista degli indicatori inclusi nell'EISD non è esaustiva, tanto meno obbligatorio è l'utilizzo degli stessi, sebbene raccomanda le Nazioni a tenerla in considerazione nel caso in cui si vogliano effettuare analisi di tipo energetico. Viene inoltre specificato che ciascun Paese può aver bisogno di ulteriori indicatori data la specificità della situazione interna, e che questi saranno infatti benvenuti anche in ipotesi di trasferibilità. Si tratta, concludendo, di una lista elaborata nel 2005, che risulta essere ampiamente suscettibile di aggiornamenti data la caratteristica particolare e dinamica del settore energetico.

In seguito alle informazioni contenute nel documento IAEA 2005, diversi autori si sono adoperati nel tentare di utilizzare alcuni indicatori dell'EISD per effettuare analisi comparative, prevalentemente indirizzando le analisi al monitoraggio dello sviluppo sostenibile (si veda Singh et al., 2009 per una rassegna in materia). La Tabella 3 riporta alcuni contributi scientifici di rilievo che si sono di recente occupati dell'argomento:

Tabella 3. Rassegna letteraria metodi costruzione indici sintetici settore energetico

Fonte	Metodo/tecnica utilizzata	Autori e rivista
Composite indicators for security of energy supply using ordered weighted averaging	Ordered weighted averaging	Costescu Badea, A., Rocco S. C., Tarantola, S., Bolado, R. <i>(Reliability Engineering and System Safety 96 (2011) 651–662)</i>
Energy intensity, target level of energy intensity, and room for improvement in energy intensity: An application to the study of regions in the EU	DEA multiple input model	Chang, M.C. <i>(Energy Policy 67 (2014) 648–655)</i>
Sustainability estimation of energy system options that use gas and renewable resources for domestic hot water production	Multicriteria approach, considerando indicatori estratti dall'EISD.	Jovanovic, M., Turanjanin, V., Bakic, V., Pezo, M., Vucicevic, B. <i>(Energy 36 (2011) 2169e2175)</i>
A mathematical programming approach to constructing composite indicators	Creazione del sustainable energy index, utilizzando la Benefit of Doubt (BoD)	Zhou, P., Ang, B.W., Poh, K.L. <i>(Ecological Economics, Volume 62, Issue 2, 20 April 2007, Pages 291-297)</i>
Using a sustainability index to assess energy	Analisi component principali	Brijesh Mainali

technologies for rural electrification		Semida Silveira <i>(Renewable and Sustainable Energy Reviews 41 (2015) 1351–1365)</i>
Energy security index	Normalizzazione (min max)	Onamics
Indicators of energy security in industrialised countries	Definizione di nuovi indicatori energetici	Löschel, A, Moslener, U., Dirk Rübbelke, T.G. <i>(Energy Policy, 38:4, April 2010, pp 1665-1671).</i>
The methodological challenges of creating a comprehensive energy security index	Definizioni per la creazione di indicatori energetici	Sovacool n, B. K. <i>(Energy Policy 48 (2012) 835–840)</i>
Evaluating energy security performance from 1990 to 2010 for eighteen countries	Energy security index, utilizzando normalizzazione (min max)	Sovacool, B.K., Mukherjee, I., Drupady, I. M., D’Agostin, A. L.
Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach	Energy security index, utilizzando normalizzazione (min max)	Sovacool, B.K., Mukherjee, I. <i>(Energy Volume 36, Issue 8, August 2011, Pages 5343–5355)</i>
Monitoring of energy supply sustainability in the Baltic Sea region	Utilizzo dell’energy indicators for sustainable development (EISD), elaborato dalla IAEA, per monitorare l’offerta energetica	Streimikiene, D. <i>(Energy Policy 35, 2007, 1658–1674)</i>
Energy indicators for sustainable development in Baltic States	Applicazione dell’energy indicators for sustainable development (EISD), elaborato dalla IAEA	Streimikiene, D., Ciegis, R., Grundey, D. <i>(Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 11, Issue 5, June 2007, Pages 877–893)</i>

Monitoring the sustainability of the Greek energy system	Aggregazione degli indicatori semplici in tre indici (con pesi eguali)	Dimakis, A.A., Arampatzis, G., Assimacopoulos, D. (<i>Energy for Sustainable Development</i>)
The Washington & Jefferson College Energy Index	Normalizzazione con min max	Dunn, R., Dunn, L.
Mexican energy policy and sustainability indicators	Normalizzazione con min max, con pesi differenti.	Sheinbaum-Pardo, C. Ruiz-Mendoza, J. Rodriguez-Padilla V. (<i>Energy Policy</i> 46 (2012) 278–283)
Energy security in China: A quantitative analysis and policy implications	Pesi uguali attribuiti a tutti gli indicatori semplici.	Yao, L., Chang, Y. (<i>Energy Policy</i> 67 (2014) 595–604)

3.3. Indicatori elementari a livello regionale Italiano: base teorica

Crescita sostenibile, intelligente e solidale ... queste le priorità salienti che caratterizzano la strategia Europea EUROPE 2020, promossa dalla Commissione Europea nel Marzo 2010, con l’obiettivo specifico di consentire all’Unione di superare il gap competitivo con il resto del mondo, ma soprattutto per affrontare le nuove sfide economiche, principalmente rappresentate dalle economie dei paesi emergenti, cosiddetti, “BRICS” (Brasile, Russia, India, Cina e Sud Africa). A tal fine, l’Unione Europea si è posta cinque target misurabili, da raggiungere entro il 2020, in materia di: occupazione, ricerca e innovazione, cambiamento climatico ed energia, istruzione e lotta alla povertà. Conseguentemente, ogni Stato Membro ha identificato dei target nazionali, sempre inerenti i 5 punti di cui prima, da dover raggiungere entro il 2020 (Tabella 4):

Tabella 4. Target Europei e nazionali previsti nella Europe 2020

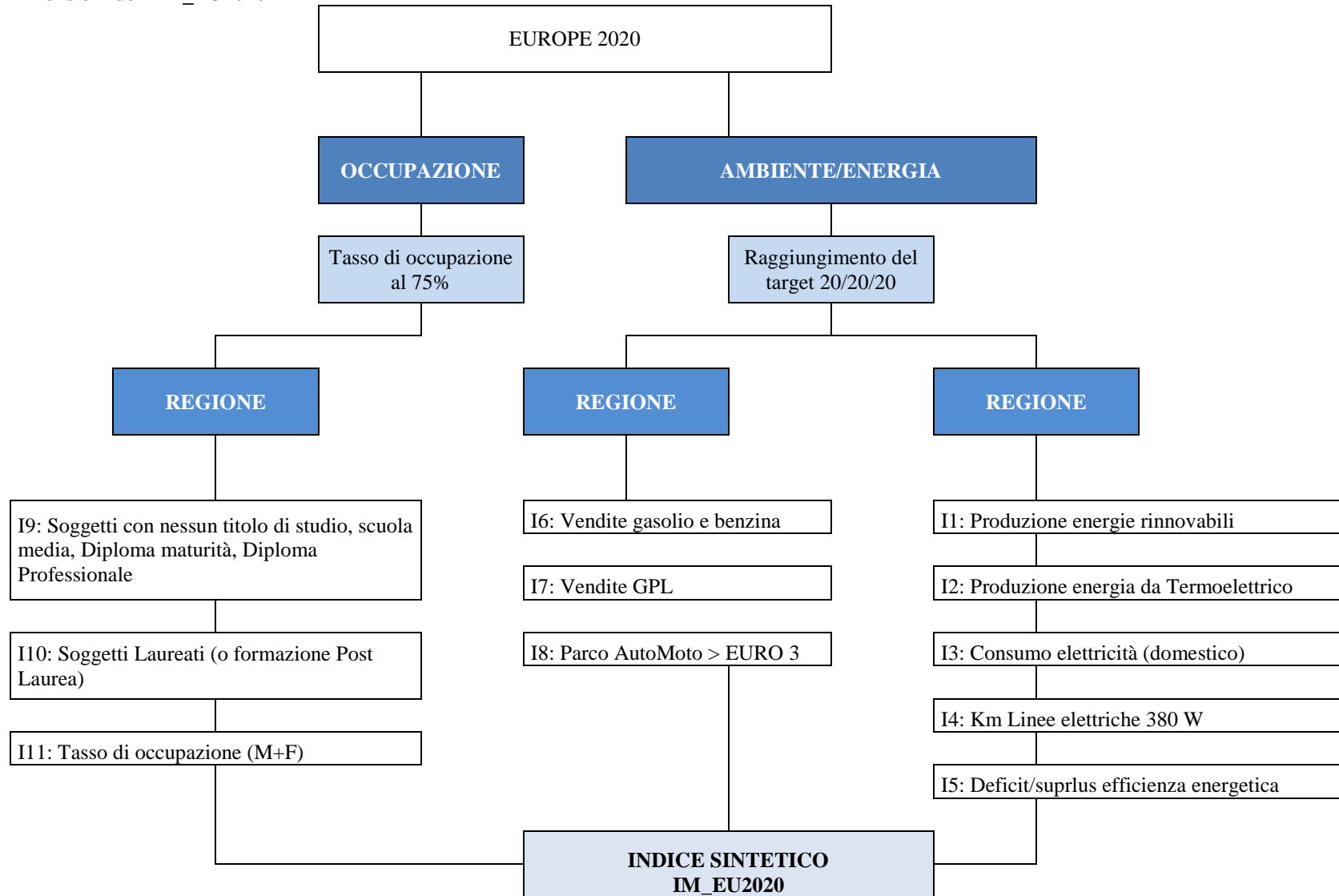
DEFINIZIONE DEI TARGET	Target Europa	Target ITALIA
Innalzamento al 75% del tasso di occupazione (per la fascia di età compresa tra i 20 e i 64 anni)	75%	67-69%
Aumento degli investimenti in ricerca e sviluppo al 3% del PIL dell'UE	3%	1.53%
<i>Raggiungimento del target 20/20/20, ovvero:</i>		
- riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto al 1990;	- 20%	- 13 %

- 20% del fabbisogno di energia ricavato da fonti rinnovabili;	20%	17%
- aumento del 20% dell'efficienza energetica.	20%	27.9%
Riduzione dei tassi di abbandono scolastico precoce al di sotto del 10%	- 10%	16%
Almeno 20 milioni di persone a rischio o in situazione di povertà ed emarginazione in meno.	20.000.000	2.200.000

Fonte: EUROSTAT – Europe 2020 indicators

Gli indicatori elementari, su base regionale, selezionati per la costruzione dell'IM_EU2020 sono stati identificati partendo esattamente dai macro target di cui sopra, approfondendo due dei 5 macro obiettivi (Figura 1). Inoltre, sebbene il nostro intento non sia stato quello di valutare lo sviluppo sostenibile delle Regioni Italiane, l'elenco contenuto nell'EISD dell'AIEA 2005 è stato comunque tenuto in considerazione nella selezione di alcuni degli indicatori semplici afferenti la dimensione energetica.

Figura 1: Dimensioni dell'IM_EU2020



3.3.1. Dataset

Molti degli indicatori prescelti non sono stati inseriti nell'analisi nella loro forma grezza, bensì rapportati alla popolazione al fine di tenere in dovuta considerazione la dimensione delle Regioni, e in altri casi (quali quelli legati al trasporto/ambiente) i dati originali sono stati trasformati in indici in seguito a rapporto con il parco Auto Moto totale dell'anno (Tabella 5):

Tabella 5. Indicatori utilizzati per la costruzione dell'IM_EU2020

Indicatore	Acronimo	Unità di misura	Fonte dati (estrazione per i seguenti anni: 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013)
Deficit/Surplus	DFCT/SRPLS	Gwh	Terna – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Energia nelle regioni
Linee ad alta tensione (380)	380/POP	Km/pop	Terna – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Rete Elettrica
Produzione energia rinnovabile pro capite	FER/TOT	Gwh/pop	Terna – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Produzione GSE – Produzione da fonti rinnovabili nelle Regioni
Produzione da centrale Termoelettrica pro capite	TERMO/POP	Gwh/pop	Terna – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Produzione
Consumo energia elettrica per uso domestico	CONS.EN_EL/AB	Gwh/pop	Terna – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Consumi
Vendita Gasolio e Benzina/Parco Auto Moto Bus	VEN_G+B/PARC	Migliaia di Tonnellate	Annuario Statistico dell’Automobile Club d’Italia (ACI) – Consumi carburante
Vendita GPL/Parco Auto Moto Bus	VEN_GPL/PARC	Tonnellate	Annuario Statistico dell’Automobile Club d’Italia (ACI) – Consumi carburante
Parco Auto Moto > EURO 3	PARCAUTOMOTO	%	Annuario Statistico dell’Automobile Club d’Italia (ACI) – Autovetture, Motocicli, Autobus distinti per regione, alimentazione e fascia di cilindrata
Popolazione con nessuno (o basso) titolo di studio	N_EL_M_DIP	%	ISTAT - Popolazione 15 anni e oltre per titolo di studio
Popolazione con Laurea o Specializzazione Post Laurea	LAU/POSTL	%	ISTAT - Popolazione 15 anni e oltre per titolo di studio
Tasso di occupazione	OCCUP	%	ISTAT – Occupati : Occupati - livello regionale
<i>Popolazione residente</i>			ISTAT – Demo Istat – Popolazione residente
<i>Parco Autoveicoli e Motocicli</i>			Annuario Statistico dell’Automobile Club d’Italia (ACI) – Autovetture, Motocicli, Autobus distinti per regione, alimentazione e fascia di cilindrata

I dati sono stati raccolti per tutte le Regioni Italiane ($n = 20$), in un arco temporale di sei anni, $t = 6$ (2008/2013). La scelta di tenere in considerazione questo specifico sessennio è da attribuire all’obiettivo dell’IM_EU2020 di tenere in dovuta considerazione l’effetto prodotto dall’entrata in vigore della seconda Direttiva 2009/28/EC nel settore delle rinnovabili (si veda Capitolo 1), della Strategia EU2020 (approvata nel 2010) che, per quanto concerne le priorità energetiche, richiama ampiamente quanto stabilito dalla Direttiva stessa, nonché le conseguenze dell’entrata in vigore delle *Community guidelines on State aid for environmental protection* 2008/2013. La tabella che

segue presenta le statistiche descrittive degli 11 indicatori, relativi alle 20 Regioni Italiane nel sessennio considerato:

Tabella 6. Statistiche descrittive degli 11 indicatori semplici utilizzati per la costruzione dell'IM_EU2020

		Dfct_ Srpls	380/ P	FER/ T	Termo/ P	C en el/ ab	Ven G+B/ Par	Ven GPL/ Par	Par Auto Moto	N_EL_ M_DIP	LAU_ PostL	Occup.
SICILIA	Media	939.52	0.000050	0.134	0.0039149	1170.50	0.000628	0.012463	35.09	90.74	9.26	42.19
	Dev.st	443.93	0.000001	0.070	0.0003208	25.56	0.000058	0.001402	10.61	0.42	0.42	1.72
	CV (%)	47.25	1.70	51.92	8.20	2.18	9.23	11.25	30.25	0.46	4.50	4.08
	Max	1627.70	0.000051	0.227	0.0043115	1209.00	0.000699	0.014434	53.75	91.28	9.90	44.09
	Min	353.30	0.000049	0.051	0.0034079	1135.00	0.000543	0.010806	23.44	90.10	8.72	39.32
EMILIA R	Media	-5640.27	0.000218	0.16	0.0048414	1187.50	0.001016	0.061015	47.55	87.54	12.46	67.99
	Dev.st	2751.04	0.000007	0.08	0.0008283	29.37	0.000084	0.007383	12.39	0.78	0.78	1.31
	CV (%)	-48.77	3.13	51.48	17.11	2.47	8.23	12.10	26.06	0.89	6.26	1.93
	Max	-2660.10	0.000232	0.30	0.0058879	1222.00	0.001130	0.074130	67.80	88.41	13.47	70.22
	Min	-10430.50	0.000213	0.07	0.0034914	1140.00	0.000904	0.052677	32.79	86.53	11.59	66.30
PIEMONTE	Media	-2911.02	0.000181	0.336	0.0037184	1119.00	0.000732	0.022402	46.91	89.31	10.69	63.88
	Dev.st	1814.27	0.000004	0.058	0.0001688	18.50	0.000058	0.005334	12.57	0.61	0.61	0.94
	CV (%)	-62.32	1.98	17.37	4.54	1.65	7.93	23.81	26.79	0.69	5.74	1.48
	Max	-241.00	0.000185	0.429	0.0039662	1139.00	0.000784	0.026981	67.97	89.82	11.74	65.23
	Min	-5123.50	0.000174	0.250	0.0035407	1085.00	0.000640	0.014088	32.35	88.26	10.18	62.37
VALLE D'AOSTA	Media	1911.93	0.000931	1.013	0.0000581	1453.33	0.001409	0.003178	63.40	90.45	9.55	66.86
	Dev.st	318.71	0.000162	0.001	0.0000229	101.98	0.000157	0.001615	9.72	1.48	1.48	0.79
	CV (%)	16.67	17.42	0.09	39.46	7.02	11.16	50.84	15.32	1.64	15.52	1.18
	Max	2420.50	0.001001	1.014	0.0000817	1581.00	0.001613	0.005765	79.66	91.70	11.96	67.89
	Min	1578.40	0.000600	1.011	0.0000283	1271.00	0.001179	0.001558	51.55	88.04	8.30	65.63
LOMBARDIA	Media	-22672.58	0.000154	0.303	0.0035020	1204.17	0.000840	0.024636	49.53	87.81	12.19	65.36
	Dev.st	3476.43	0.000005	0.064	0.0005087	16.99	0.000075	0.003463	12.86	0.54	0.54	0.91
	CV (%)	-15.33	3.31	21.26	14.53	1.41	8.96	14.06	25.97	0.61	4.39	1.39
	Max	-17229.50	0.000159	0.403	0.0043760	1221.00	0.000930	0.028965	70.65	88.41	13.10	67.02
	Min	-26446.40	0.000144	0.218	0.0028885	1172.00	0.000730	0.019972	34.16	86.90	11.59	64.68
TRENTO	Media	4310.58	0.000000	0.93	0.0009159	1182.33	0.001173	0.017234	50.83	89.31	10.69	68.56
	Dev.st	1003.16	0.000000	0.01	0.0001838	31.74	0.000242	0.001416	15.86	0.77	0.77	0.05
	CV (%)	23.27	0.00	0.79	20.06	2.68	20.59	8.21	31.20	0.86	7.18	0.08
	Max	6136.60	0.000000	0.94	0.0011462	1222.00	0.001445	0.018540	74.53	90.36	11.70	68.65
	Min	3095.20	0.000000	0.92	0.0006146	1147.00	0.000874	0.014641	32.81	88.30	9.64	68.51
VENETO	Media	-16226.37	0.000123	0.39	0.0020321	1145.33	0.000841	0.028944	45.23	89.64	10.36	64.78
	Dev.st	2060.07	0.000001	0.08	0.0003212	21.59	0.000083	0.005230	12.91	0.64	0.64	1.01

	CV (%)	-12.70	0.60	19.79	15.81	1.89	9.89	18.07	28.53	0.71	6.14	1.56
	Max	-13047.40	0.000124	0.47	0.0024952	1180.00	0.000934	0.034057	66.68	90.27	11.51	66.44
	Min	-18539.40	0.000122	0.27	0.0015983	1123.00	0.000741	0.021553	30.32	88.49	9.73	63.29
FRIULI VG	Media	-333.62	0.000137	0.24	0.0063250	1150.17	0.000675	0.012199	44.12	89.18	10.82	63.85
	Dev.st	597.08	0.000002	0.04	0.0005331	17.27	0.000084	0.001955	12.38	1.29	1.29	0.80
	CV (%)	-178.97	1.54	17.57	8.43	1.50	12.39	16.02	28.06	1.44	11.88	1.26
	Max	574.90	0.000140	0.31	0.0070975	1172.00	0.000772		64.71	90.17	12.65	65.27
	Min	-1048.20	0.000134	0.18	0.0055077	1133.00	0.000549	0.009494	29.62	87.35	9.83	62.98
LIGURIA	Media	4058.90	0.000121	0.043	0.0065131	1175.50	0.000693	0.005434	48.91	86.39	13.61	62.71
	Dev.st	1071.67	0.000002	0.015	0.0007737	17.03	0.000065	0.001177	11.25	0.56	0.56	1.15
	CV (%)	26.40	1.42	34.27	11.88	1.45	9.43	21.65	23.00	0.65	4.14	1.83
	Max	6086.40	0.000124	0.070	0.0078979	1195.00	0.000777	0.007287	66.60	87.13	14.55	63.81
	Min	3209.70	0.000120	0.026	0.0056405	1146.00	0.000611	0.004121	34.72	85.45	12.87	60.73
TOSCANA	Media	-5231.28	0.000293	0.440	0.0026331	1169.50	0.000793	0.020754	51.86	88.27	11.73	64.21
	Dev.st	677.99	0.000006	0.060	0.0003701	17.72	0.000076	0.004596	11.86	0.71	0.71	0.71
	CV (%)	-12.96	2.03	13.58	14.06	1.51	9.60	22.15	22.87	0.81	6.08	1.10
	Max	-4145.60	0.000301	0.54	0.0032255	1186.00	0.000895	0.025378	71.11	89.14	12.70	65.36
	Min	-6146.40	0.000284	0.36	0.0020671	1135.00	0.000701	0.013609	37.13	87.30	10.86	63.57
UMBRIA	Media	-2107.93	0.000096	0.52	0.0022412	1088.50	0.000829	0.028808	41.11	87.43	12.57	62.68
	Dev.st	558.52	0.000003	0.19	0.0011128	22.63	0.000078	0.005006	12.03	1.36	1.36	1.52
	CV (%)	-26.50	3.06	36.23	49.65	2.08	9.37	17.38	29.26	1.55	10.78	2.42
	Max	-1608.60	0.000098	0.81	0.0039781	1128.00	0.000903	0.034799	61.51	88.92	14.62	65.39
	Min	-3146.10	0.000091	0.26	0.0009255	1060.00	0.000721	0.021742	27.15	85.38	11.08	61.08
MARCHE	Media	-4201.08	0.000140	0.361	0.0017063	1046.33	0.000824	0.033794	42.23	88.34	11.66	63.09
	Dev.st	460.28	0.000002	0.274	0.0007362	30.52	0.000136	0.005946	12.16	1.08	1.08	1.26
	CV (%)	-10.96	1.75	75.97	43.14	2.92	16.55	17.59	28.80	1.22	9.22	1.99
	Max	-3858.60	0.000145	0.89	0.0022581	1083.00	0.000990	0.041917	62.41	89.88	13.17	64.69
	Min	-5028.50	0.000138	0.14	0.0002978	1002.00	0.000657	0.026342	28.01	86.83	10.12	61.02
LAZIO	Media	-8729.88	0.000232	0.136	0.0025340	1267.83	0.000897	0.053152	47.85	84.87	15.13	58.88
	Dev.st	3757.22	0.000014	0.035	0.0005428	40.63	0.000062	0.006646	10.73	0.46	0.46	1.06
	CV (%)	-43.04	6.17	25.75	21.42	3.20	6.93	12.50	22.42	0.54	3.04	1.81
	Max	-4917.70	0.000245	0.200	0.0032250	1341.00	0.000943	0.064628	66.46	85.28	15.89	60.20
	Min	-13154.20	0.000205	0.093	0.0018618	1225.00	0.000776	0.045150	35.62	84.11	14.72	57.03
ABRUZZO	Media	-1267.12	0.000192	0.44	0.0025228	1026.83	0.000848	0.027004	40.62	87.99	12.01	56.43
	Dev.st	1236.88	0.000003	0.16	0.0009847	56.64	0.000098	0.003634	12.26	0.61	0.61	1.47

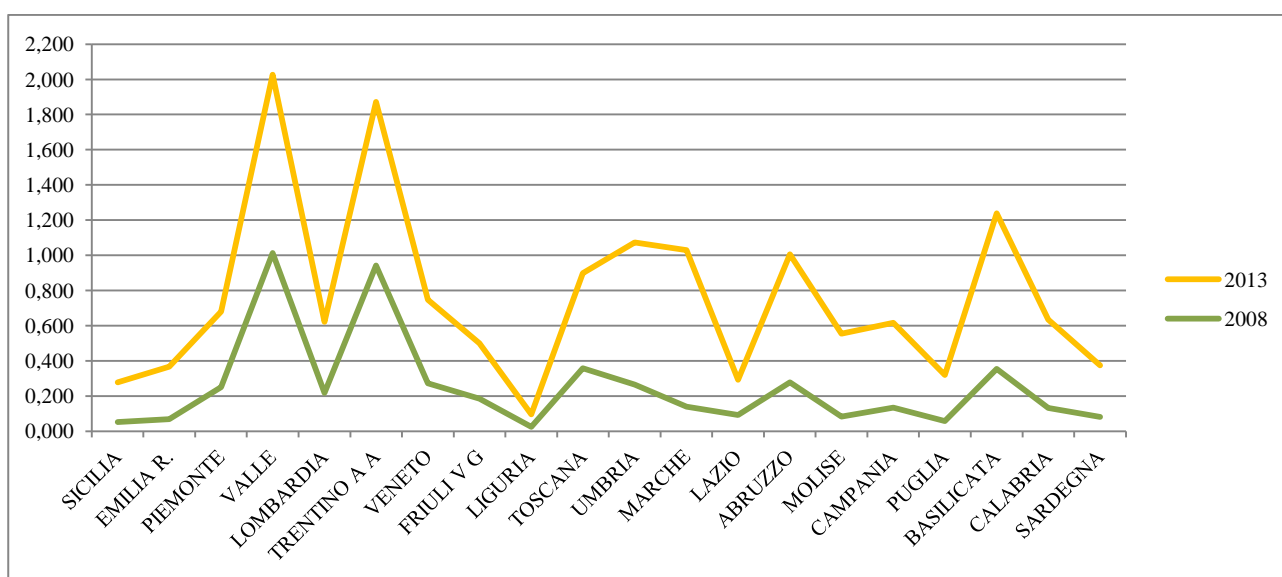
	CV (%)	-97.61	1.70	36.18	39.03	5.52	11.54	13.46	30.20	0.70	5.10	2.61
	Max	1030.50	0.000197	0.73	0.0039380	1107.00	0.000952	0.033422	61.57	88.67	12.71	58.97
	Min	-2263.10	0.000188	0.28	0.0010450	950.00	0.000728	0.022933	26.62	87.29	11.33	54.78
MOLISE	Media	2123.27	0.000192	0.30	0.0088514	944.67	0.000678	0.018450	34.07	89.00	11.00	51.03
	Dev.st	1099.56	0.000002	0.16	0.0045341	12.74	0.000108	0.002466	11.89	0.70	0.70	2.23
	CV (%)	51.79	1.15	50.94	51.23	1.35	15.86	13.37	34.91	0.79	6.38	4.37
	Max	4047.20	0.000195	0.47	0.0165975	964.00	0.000823	0.022461	54.96	89.58	12.05	54.14
	Min	1225.30	0.000190	0.08	0.0051318	929.00	0.000534	0.016100	21.13	87.95	10.42	47.39
CAMPANIA	Media	-8986.17	0.000111	0.29	0.0013309	999.67	0.000574	0.035179	33.42	90.26	9.74	40.38
	Dev.st	565.15	0.000018	0.12	0.0001945	17.27	0.000076	0.006386	10.35	0.68	0.68	1.12
	CV (%)	-6.29	16.04	42.19	14.61	1.73	13.16	18.15	30.98	0.76	7.01	2.78
	Max	-8304.50	0.000120	0.48	0.0015091	1019.00	0.000707	0.046549	51.58	91.02	10.77	42.47
	Min	-9860.60	0.000075	0.13	0.0009582	970.00	0.000497	0.029675	21.96	89.23	8.98	39.40
PUGLIA	Media	16361.77	0.000280	0.15	0.0078404	1049.33	0.000764	0.025414	33.77	90.97	9.03	44.68
	Dev.st	1182.17	0.000027	0.08	0.0006706	25.50	0.000079	0.003358	12.00	0.48	0.48	1.41
	CV (%)	7.23	9.74	54.26	8.55	2.43	10.34	13.21	35.54	0.52	5.27	3.15
	Max	17572.00	0.000335	0.26	0.0087432	1092.00	0.000865	0.031482	54.93	91.56	9.79	46.71
	Min	14490.20	0.000267	0.06	0.0068218	1018.00	0.000667	0.022271	20.79	90.21	8.44	42.33
BASILICATA	Media	-1039.00	0.000492	0.59	0.0016437	897.17	0.000696	0.016435	31.78	90.60	9.40	47.63
	Dev.st	307.43	0.000023	0.18	0.0003968	25.37	0.000093	0.001764	11.96	0.91	0.91	1.23
	CV (%)	-29.59	4.71	31.45	24.14	2.83	13.36	10.74	37.63	1.01	9.73	2.58
	Max	-748.40	0.000514	0.88	0.0019695	943.00	0.000801	0.019162	53.05	91.36	11.05	49.58
	Min	-1591.40	0.000462	0.35	0.0009265	875.00	0.000575	0.014684	19.05	88.95	8.64	46.12
CALABRIA	Media	4679.50	0.000310	0.32	0.0042368	1074.67	0.000719	0.009861	33.74	89.84	10.16	42.07
	Dev.st	683.33	0.000010	0.12	0.0007943	20.21	0.000075	0.001811	10.68	0.17	0.17	1.74
	CV (%)	14.60	3.31	37.75	18.75	1.88	10.49	18.37	31.64	0.18	1.63	4.14
	Max	5795.30	0.00	0.50	0.01	1112.00	0.00	0.01	52.83	89.99	10.43	44.10
	Min	4148.00	0.00	0.13	0.00	1053.00	0.00	0.01	22.23	89.57	10.01	38.99
SARDEGNA	Media	1606.42	0.000189	0.18	0.0067692	1358.83	0.000830	0.018075	39.81	90.39	9.61	51.07
	Dev.st	1367.57	0.000005	0.08	0.0003408	21.01	0.000102	0.002904	12.35	0.90	0.90	1.47
	CV (%)	85.13	2.66	43.22	5.03	1.55	12.33	16.07	31.02	0.99	9.33	2.87
	Max	3993.80	0.000194	0.29	0.0071143	1382.00	0.000958	0.021890	61.82	91.58	10.60	52.48
	Min	153.90	0.000183	0.08	0.0061349	1322.00	0.000701	0.014598	26.53	89.40	8.42	48.36

Legenda: Media: valor medio del sessennio; Dev.st.: deviazione standard del sessennio; CV(%): coefficiente di variazione del sessennio; Max: valore massimo del sessennio; Min: valore minimo del sessennio.

Come già visto nei precedenti capitoli relativamente ai singoli Stati Membri, anche nel caso delle Regioni Italiane si registrano delle performance particolarmente differenti all'interno di ciascuna dimensione inserita nella Europe 2020. Nel sessennio 2008/2013, l'Italia ha vissuto considerevoli cambiamenti soprattutto nel settore delle FER che le hanno consentito di occupare, in alcuni casi, posizioni d'avanguardia nel confronto con altri Stati Europei.

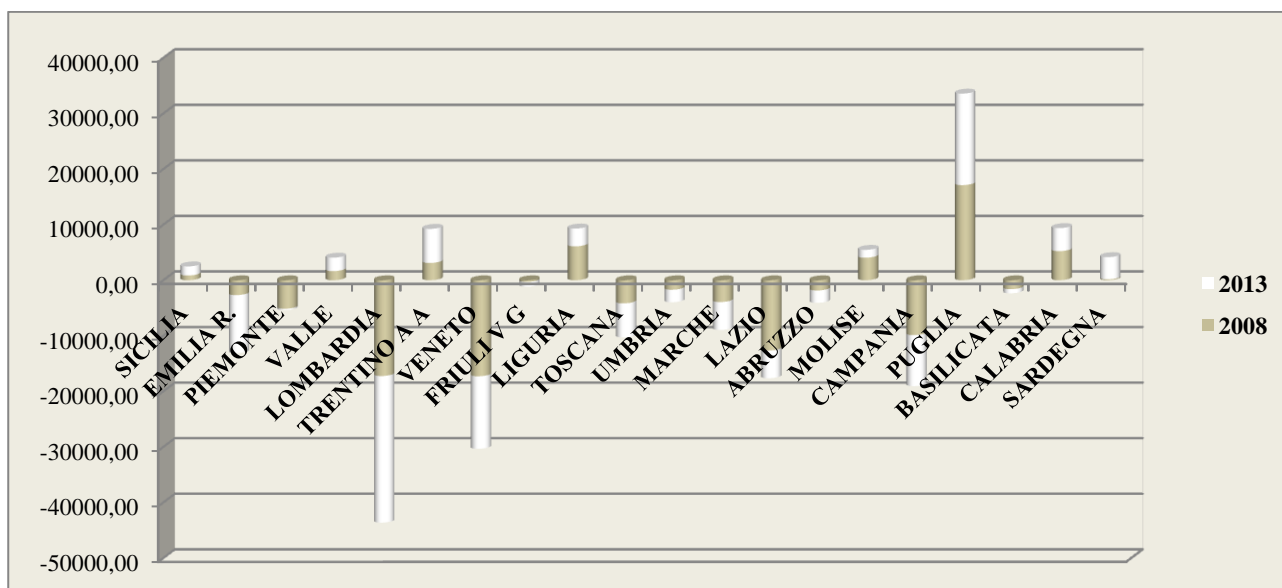
Gli aumenti sostanziali di produzione di rinnovabile pro capite (Figura 2), rendono ancora meglio l'idea, confermando le ipotesi del buon funzionamento dei diversi *support schemes* autorizzati dal Governo Nazionale a partire dal 2006:

Figura 2. Andamento produzione pro capite di energia rinnovabile nel sessennio 2008/2013 nelle Regioni Italiane



Fonte: TERNA Dati statistici (2008; 2009; 2010;2011; 2012; 2013)

Figura 3. Deficit e surplus di produzione energetica nel sessennio 2008/2013 nelle Regioni Italiane

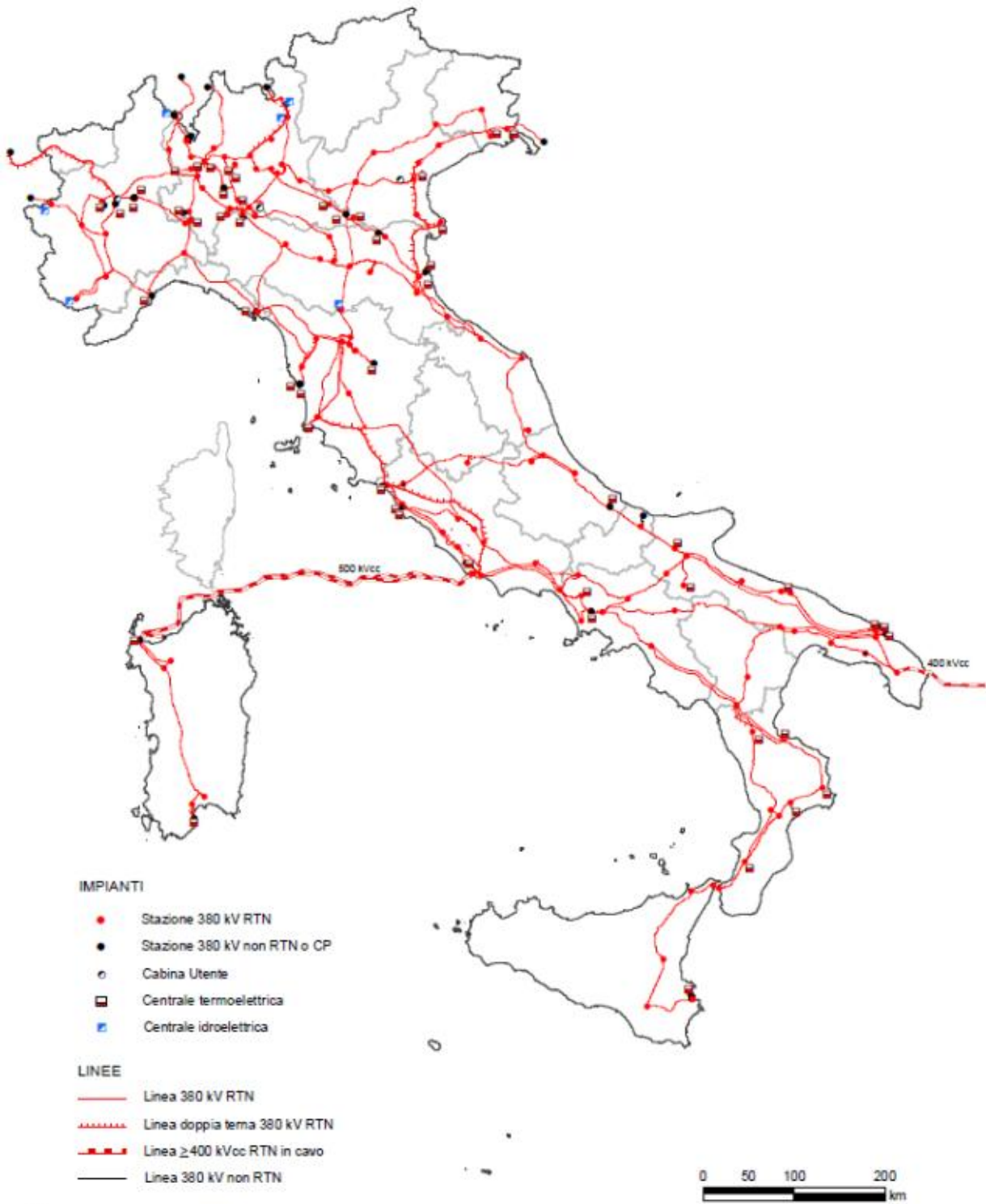


Fonte: TERNA – Dati statistici. Elettricità nelle Regioni (2008; 2009; 2010;2011; 2012; 2013).

Come evidenziato dalla Figura 3, la situazione deficit/surplus registrata nelle singole regioni Italiane se da un lato produce un certo stupore nel vedere Regioni storicamente meno sviluppate che realizzano performance positive, dall'altro lato invita alla riflessione relativamente al fatto che molto probabilmente ancora molto si deve fare per quanto concerne l'efficienza della rete di trasmissione elettrica. Questo è vero soprattutto per le isole (Sicilia e Sardegna), costantemente in surplus e che, concretamente, non sono ad oggi nelle condizioni migliori per poter esportare in altre regioni o paesi, o tanto meno per essere adeguatamente efficienti da un punto di vista dell'offerta energetica. Un altro dato di particolare attenzione riguarda il caso della Puglia: registra il livello di surplus maggiore delle Regioni Italiane, nonché, come vedremo anche il numero maggiore di km di rete a 380 kv e di produzione energetica da centrali termoelettriche, ovvero le centrali che potremmo definire maggiormente inquinanti, in quanto per funzionare hanno bisogno di elevate quantità di combustibili fossili, aumentando di non poco le emissioni di CO₂. La necessità di inserire un indicatore che misuri il chilometraggio della rete ad altissima tensione, trova la sua base logica nell'importanza che quest'ultima assume nel sistema energetico di una Nazione e, scendendo di livello, di una Regione. E' interessante ricordare che l'attività di trasmissione e dispacciamento dell'energia elettrica, compresa la gestione unificata della rete di trasmissione nazionale, rappresenta il segmento della filiera elettrica che ha la funzione di trasportare sia l'energia elettrica prodotta dalle centrali elettriche sia quella importata dall'estero verso le aree di consumo dove sarà utilizzata dopo la trasformazione a tensione più bassa. La rete di trasmissione è formata, quindi, da linee ad altissima e ad alta tensione, da stazioni di trasformazione e/o di smistamento, nonché da linee di interconnessione che permettono lo scambio di elettricità con i paesi esteri. Tra le linee ad altissima tensione rientrano, per l'appunto, troviamo le linee a 380 kv.

Di sotto si riporta un'immagine tratta da fonte Terna (Rete Elettrica, 2013) in cui si presenta una chiara descrizione della rete elettrica a 380 kv presente nella penisola italiana (Figura 4):

Figura 4. Rete Italiana a 380 kv



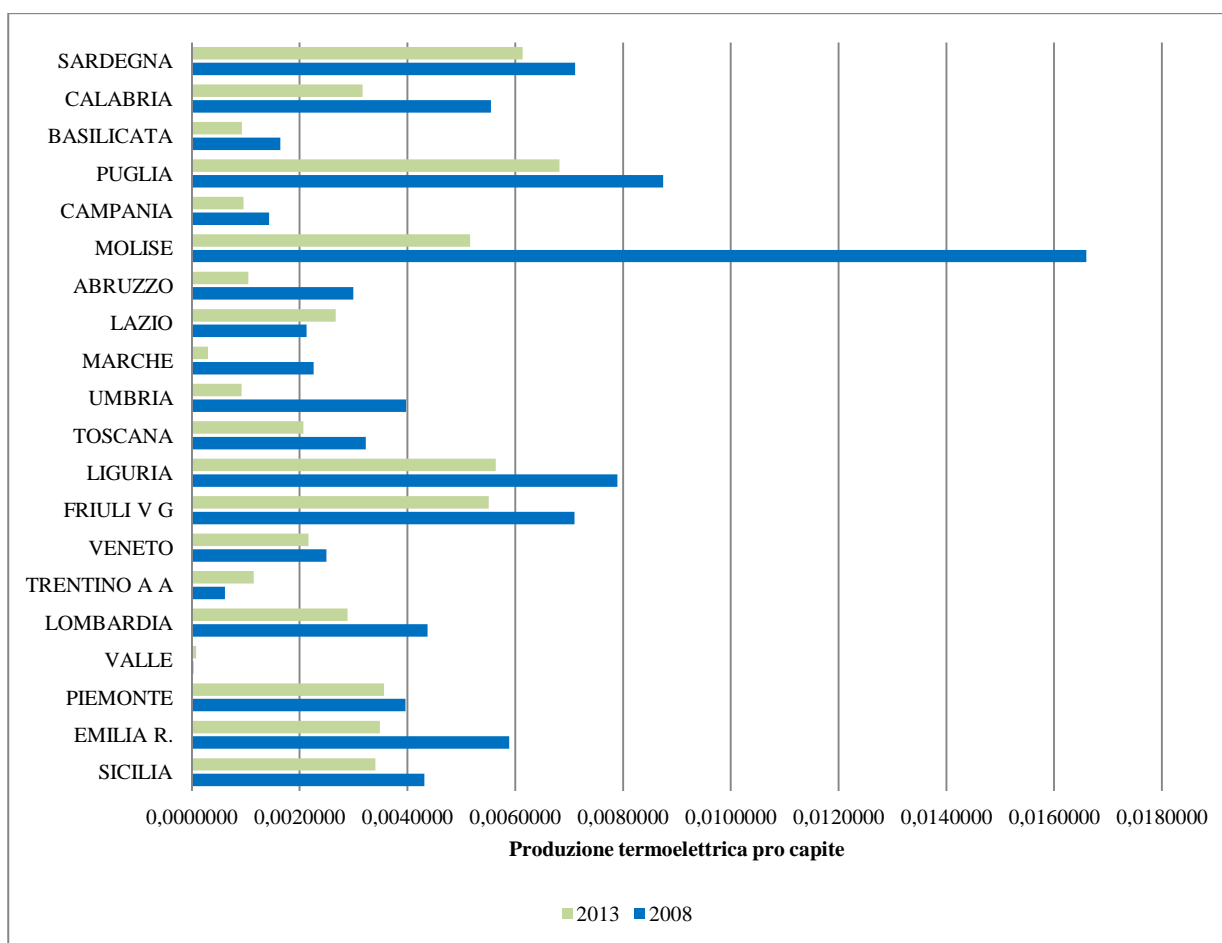
Fonte: Terna (2013) Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia – Rete elettrica.

La situazione della Puglia risulta ancora più evidente: presenta, infatti, un esteso chilometraggio di rete nonché un numero elevato di centrali termoelettriche. In altre parole, la Puglia rappresenta, per la penisola Italiana, un centro focale di produzione energetica e di smistamento/distribuzione verso le Regioni limitrofe del centro e sud Italia. Nulla a che vedere con quanto registrato in Sicilia in cui, la rete a 380 kv, risulta essere particolarmente debole e non adeguatamente collegata con la penisola, tanto da impedire l'esportazione del surplus prodotto. Inoltre, rimanendo sul caso siciliano, la debolezza nonché inaffidabilità, della rete di distribuzione rende precaria la stessa distribuzione di energia, dato che l'unico cavo a 380 kv si trova localizzato nella parte orientale, lasciando tutto il resto dell'isola letteralmente dipendente da quest'ultimo, con tutte le conseguenze che ne derivano (tra cui citiamo i frequenti black out, causati molto spesso da incendi che bruciano parti dell'unico cavo 380 kv esistente nell'isola).

Inserire, all'interno dell'IM_EU2020, l'indicatore relativo ai km di rete 38kv consente di considerare una variabile di tipo infrastrutturale che incide notevolmente sull'efficienza energetica di una Regione, nonché sulle potenzialità future della stessa in relazione allo sviluppo di centrali di produzione elettrica da fonti rinnovabili (quali soprattutto eolico e idroelettrico) che prevalentemente necessitano di una rete ad altissima tensione per poter adeguatamente trasmettere e distribuire l'energia ai diversi centri di domanda.

Per concludere la descrizione della dimensione energetica, si presentano i dati relativi alla produzione di energia da centrale termoelettrica (Figura 5).

Figura 5. Produzione termoelettrica procapite nelle 20 Regioni Italiane (confronto anni 2008 e 2013)



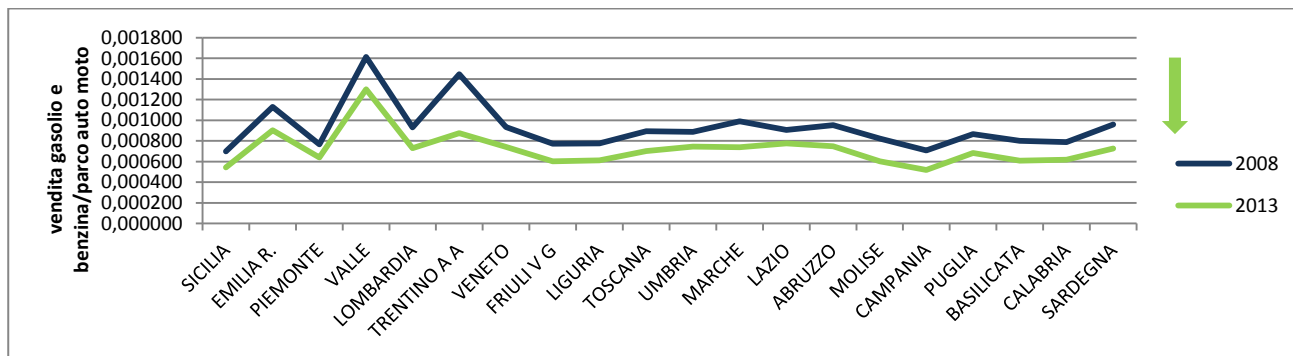
Fonte: TERNA (2013) *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia – Produzione (2008 – 2013)*

Anche in questo caso il dato è complessivamente positivo, fatta eccezione per la Regione Lazio, che risulta essere l'unica ad avere aumentato la produzione rispetto all'anno base (2008). La necessità di inserire questo indicatore sta nel fatto che la produzione termoelettrica, per quanto rappresenti la principale derivazione dell'energia consumata in Italia, incide notevolmente sia su aspetti pertinenti la sicurezza energetica che sul lato ambientale. Infatti, per il suo funzionamento non solo serve combustibile fossile nonché petrolio (quindi materie prime che l'Italia acquista per la maggior parte dall'estero) ma in più la combustione dei combustibili fossili, produce e rilascia in atmosfera elevati quantitativi di CO₂. Una riduzione della produzione da questa fonte è dunque indice di miglioramento del mix complessivo energetico regionale nonché di diminuzione della dipendenza dall'estero, soprattutto se questo dato si accompagna ad un aumento di produzione da fonte rinnovabile (in primo luogo idroelettrico ed eolico).

Procedendo con la dimensione ambientale, e più specificatamente dell'effetto del sistema di trasporto su ruote, si evidenzia anche in questo caso un netto miglioramento da parte di tutte le

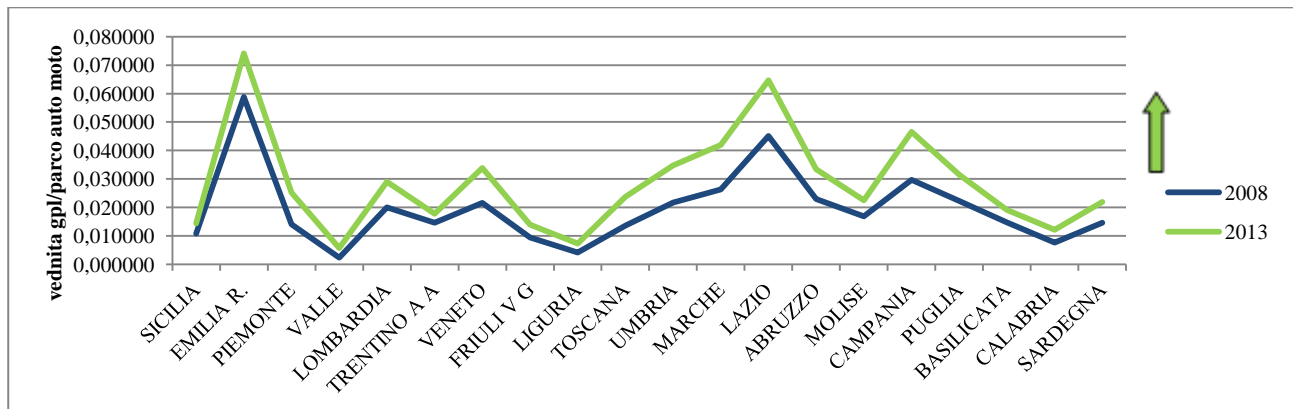
Regioni Italiane, molto probabilmente quale conseguente successo dell'implementazione di politiche per la riduzione dello smog a livello regionale. In particolare, i risultati positivi, soprattutto per quanto riguarda l'aumento delle vendite di GPL come combustibile per automobili e motocicli, sono in buona parte una conseguenza diretta delle politiche di incentivi che negli anni 2006/2007 hanno sostenuto i prezzi (e gli acquisti) di autovetture ibride (Figura 6 e Figura 7):

Figura 6. Vendite di gasolio e benzina (anni 2008/2013), nelle 20 regioni Italiane



Fonte: ACI – Annuario Statistico. Combustibile per auto e cilindrata (2008; 2013).

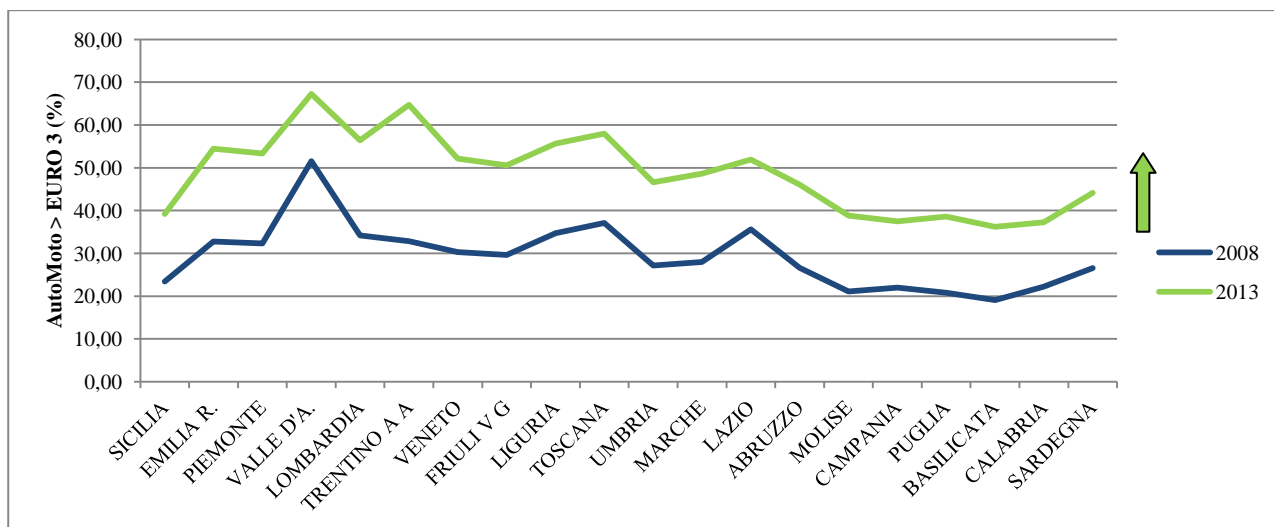
Figura 7. Vendite GPL (anni 2008/2013), nelle 20 regioni Italiane



Fonte: ACI – Annuario Statistico. Combustibile per auto e cilindrata (2008; 2013).

Per quanto concerne le automobili e i motocicli con certificazione EURO 3, 4, 5, e 6, è stato raccolto il dato relativo all'intero parco auto e moto di ciascuna regione. In questo modo è stato possibile calcolare le percentuali di automobili che emettono livelli ridotti di PM10. Questo dato risulta particolarmente interessante in quanto, insieme ai due di prima, ci consente di monitorare anche i cambiamenti che si sono avuti in seguito all'introduzione delle politiche sulle Zone a Traffico Limitato (e affini), che hanno drasticamente ridotto la circolazione di automobili e motocicli datati, e altamente inquinanti (Figura 8):

Figura 8. Autovetture e motocicli con certificazione > EURO 3 (%), nelle 20 Regioni Italiane (confronto anno 2008 e 2013)

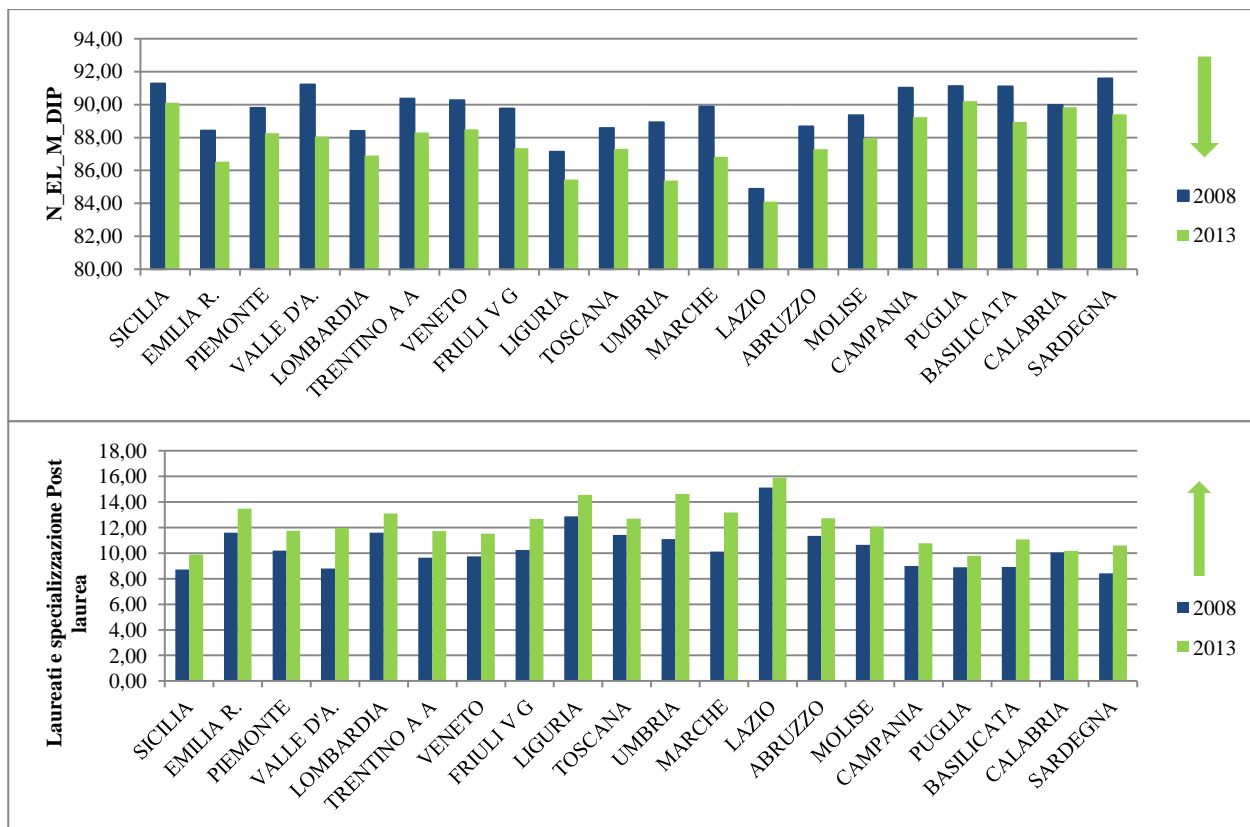


Fonte: ACI – Annuario Statistico. Parco Auto e Motocicli (2008; 2013).

Il dato riporta andamenti particolarmente positivi. A livello urbano, ciò che conta quando si parla di inquinamento atmosferico è soprattutto legato alle emissioni di PM10 (e suoi derivati), che provengono direttamente dagli scarichi delle automobili e dei motocicli. Ciò che a livello Europeo (macro) si misura attraverso le emissioni di CO₂, a livello micro è possibile farlo monitorando, tra le altre emissioni, le concentrazioni di PM10. Sarebbe certamente stato auspicabile poter inserire all'interno dell'indice IM_EU2020 l'indicatore del PM10, ma purtroppo ad oggi non è possibile avere dati aggiornati sul fenomeno, e quelli esistenti sono relativi ad un numero estremamente limitato di Regioni Italiane. Quasi in tutte le Regioni, il compito di raccogliere e fornire questo tipo di dati è a capo delle ARPA Regionali ma, a parte qualche eccezione, la maggior parte della penisola non possiede (o non rende noto) questo tipo di dato, nonostante l'Italia sia stata ripetutamente ripresa dalla Commissione Europea in seguito al superamento dei livelli ammessi di PM10, che generalmente vengono misurati calcolando i giorni di sfioramento dei livelli base consentiti dalla legge.

Infine, riportiamo l'andamento della terza ed ultima dimensione, ovvero quella relativa all'occupazione (Figura 9):

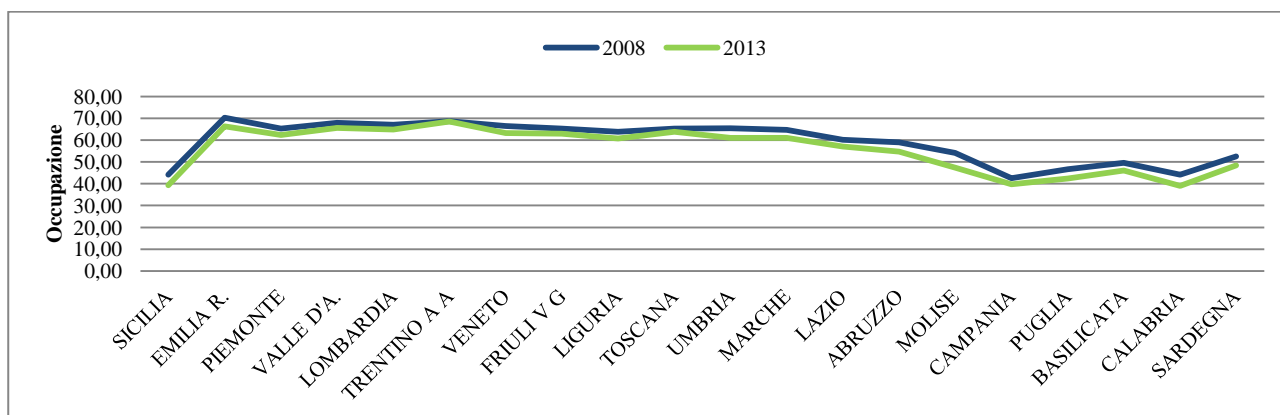
Figura 9. Livello di istruzione nelle 20 Regioni Italiane, confronto anno 2008 e 2013



Fonte: ISTAT - Popolazione 15 anni e oltre per titolo di studio (2008/2013)

Nonostante si siano registrati importanti passi avanti per quanto concerne l'istruzione, risultano ancora eccessivamente numerosi i soggetti con titolo di studio basso, nonché con il possesso di una Laurea. Si tratta di un dato non promettente nel breve/medio periodo, soprattutto se collegato al dato estremamente negativo del livello di occupazione regionale (Figura 10):

Figura 10. Livello di occupazione regionale, per le 20 Regioni Italiane, confronto anno 2008/2013



Fonte: ISTAT. Occupati livello regionale (2008/2013).

La crisi economica internazionale, iniziata nel 2006, continua a farsi sentire praticamente in tutte le Regioni Italiane, senza dare segni di miglioramento (esclusione fatta per il Trentino Alto Adige). Non è di certo azzardato asserire che lo scarso livello di formazione, registrato nella maggior parte delle Regioni Italiane, non facilita l'uscita dalla spirale di disoccupazione in cui la penisola si trova da diversi anni. Meno la gente è istruita, soprattutto in settori oggi altamente competitivi (quali: Information and Communication Technologies, FER, etc) e più bassa risulta la possibilità, per un disoccupato, di poter riproporre in modo competitivo le proprie competenze nel mondo del lavoro di oggi, che richiede *know how* altamente specializzato.

Concludendo la rassegna degli 11 indicatori selezionati per l'indice sintetico, questi sono in grado di riprodurre abbastanza dettagliatamente la situazione di ciascuna singola Regione Italiana relativamente a tre dimensioni in cui si inseriscono, tentando una rappresentazione a livello micro, dei target fissati a Bruxelles. Nel paragrafo che segue, verrà spiegato il modo in cui i dati sono stati standardizzati, ponderati ed aggregati al fine di giungere all'IM_EU2020.

3.4. Metodo delle penalità per coefficiente di variazione: *Adjusted Mazziotta Pareto Index* (MPI)

La costruzione dell'indice sintetico (IM_EU2020) è stata effettuata seguendo il modello delle penalità per coefficiente di variazione, conosciuto come Mazziotta Pareto Index (MPI). Si è deciso di utilizzare un modello non compensativo in quanto secondo quanto previsto dall'UE, gli Stati Membri devono ottenere progressi in tutti i target fissati dalla EU2020. Lo stesso principio è stato dunque trasferito alle Regioni, presupponendo che ciascuna Regione dovesse realizzare progressi in tutte le dimensioni nonché in tutti gli indicatori, senza possibilità di compensazione tra indicatori/dimensioni. Per quanto riguarda l'attribuzione dei pesi, si è deciso di attribuire un peso a ciascun indicatore che rispecchiasse il coefficiente di variazione registrato da ciascuna Regione per singolo indicatore.

Il metodo delle penalità per coefficiente di variazione, caratterizzato dalla proprietà di “non sostituibilità” delle componenti, consente di costruire una misura sintetica attinente un insieme di unità territoriali, nell'ipotesi che ciascuna componente non sia sostituibile con le altre o lo sia solo in parte. Tale approccio non compensativo, richiede una dotazione bilanciata di tutte le componenti elementari (Mazziotta e Pareto, 2007). Il metodo è stato utilizzato in diversi settori, quali ambiente, infrastrutture sanitarie, povertà e sviluppo (Lucarelli et al., 2014; Massoli et al., 2013a; Massoli et al., 2013b; Mazziotta & Pareto, 2013; Mazziotta & Pareto, 2011a; Mazziotta et al., 2010; Mazziotta & Pareto, 2011b; De Muro, Mazziotta & Pareto, 2008; Mazziotta et al., 2008; De Muro, Mazziotta & Pareto, 2007). L'MPI è basato su un'aggregazione di tipo lineare, e la non compensabilità degli

indicatori viene ottenuta attraverso l'introduzione di una penalità per le unità che presentano una forte variabilità tra gli indicatori, considerando, nel processo di aggregazione, un valor medio pari a 100.

Le caratteristiche salienti del metodo sono riassunte nei seguenti punti (Mazziotta e Pareto, 2011): standardizzazione degli indicatori mediante un criterio di trasformazione che consenta di liberarli sia dall'unità di misura che dalla loro variabilità (Del Vecchio, 1995); sintesi indipendente da un'unità "ideale", in quanto la definizione di un insieme di valori obiettivo è soggettiva, non è univoca e può variare nel tempo (Aureli Cutillo, 1996); semplicità di calcolo e di interpretazione.

Il primo passo riguarda la standardizzazione degli indicatori elementari. Data una matrice $\mathbf{X} = \{x_{ij}\}$, composta da n righe (unità) e m colonne (indicatori elementari), e denominando con M_{x_j} e S_{x_j} , rispettivamente, la media e la deviazione standard dell' j -esimo indicatore:

$$M_{x_j} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n} \quad [1]$$

$$S_{x_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - M_{x_j})^2}{n}} \quad [2]$$

si procede costruendo la matrice $\mathbf{Z} = \{z_{ij}\}$, che include i valori standardizzati:

$$z_{ij} = 100 \pm \frac{(x_{ij} - M_{x_j})}{S_{x_j}} 10 \quad [3]$$

dove x_{ij} è il valore del j -esimo indicatore nell' i -esima unità e \pm è il segno della relazione tra il j -esimo indicatore e il fenomeno da misurare (precisamente, + se l'indicatore rappresenta una dimensione considerata positiva con il fenomeno che si sta analizzando, e - nel caso contrario).

Con questo metodo di standardizzazione, il cui gli indicatori normalizzati avranno tutti media pari a 100 e deviazione standard pari a 10, i risultati che otterremo con il calcolo dell' $MPI^{+/-}$ varieranno in un intervallo di (70-130).

Il secondo passaggio ha ad oggetto l'aggregazione, ovvero il calcolo della variabilità orizzontale: dalla matrice dei valori standardizzati $\mathbf{Z} = \{z_{ij}\}$, si calcola il vettore dei coefficienti di variazione

$$\mathbf{CV} = \{cv_i\}$$

$$cv_i = \frac{S_{z_i}}{M_{z_i}} \quad [4]$$

in cui

$$M_{z_i} = \frac{\sum_{j=1}^m z_{ij}}{m} \quad [5]$$

$$S_{z_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (z_{ij} - M_{z_i})^2}{m}} \quad [6]$$

Infine, l'ultimo passaggio comprende la costruzione dell'indice sintetico ($MPI^{+/-}$):

$$MPI^{+/-} = M_{z_i} (1 \pm cv_i^2) = M_{z_i} \pm S_{z_i} cv_i \quad [7]$$

Come esposto nella [7], la media aritmetica degli indicatori standardizzati viene modificata sottraendo da questa una quantità (il prodotto $S_{z_i} cv_i$) proporzionale allo scostamento quadratico medio e funzione diretta del coefficiente di variazione. In questo modo, le unità con valori standardizzati simili tra loro sono meno penalizzate. Inoltre, il segno \pm dipende dal tipo di fenomeno considerato e, quindi, dal verso degli indicatori elementari (Istat, 2009). Se l'indicatore è di tipo *crescente* o *positivo*, ossia se a variazioni crescenti dell'indicatore corrispondono variazioni positive del fenomeno (per esempio, lo sviluppo di un'area geografica), si utilizza la versione con penalità negativa:

$$MPI_i^- = M_{z_i} - S_{z_i} cv_i \quad [8]$$

Viceversa, se l'indicatore è di tipo *decrescente* o *negativo*, ossia se a variazioni crescenti dell'indicatore corrispondono variazioni negative del fenomeno (per esempio, la povertà di un'area geografica), si ricorre alla formula con penalità positiva:

$$MPI_i^+ = M_{z_i} + S_{z_i} cv_i \quad [9]$$

Nel primo caso, il coefficiente di penalità corregge la media degli indicatori standardizzati "spingendola" verso il basso, mentre nel secondo la corregge "spingendola" verso l'alto (De Muro, Mazziotta e Pareto, 2008).

Tenendo in considerazione lo scopo del presente lavoro, nella costruzione dell'IM_EU2020 si è scelto di utilizzare la formulazione dell'*Adjusted MPI*. Infatti, al fine di rendere utilizzabile l'MPI

anche nei confronti nel tempo, la versione *adjusted* (corretta) consente di normalizzare gli indicatori elementari utilizzando un metodo alternativo, che come vedremo di seguito, consente ai valori dell'indice di collocarsi nello stesso intervallo (70;30). Data una matrice $\mathbf{X} = \{x_{ij}\}$, composta da n righe (unità) e m colonne (indicatori elementari), calcoliamo la matrice normalizzata $\mathbf{R} = \{r_{ij}\}$ nel modo seguente:

$$r_{ijt} = \frac{(x_{ijt} - \text{Min}_{x_{jt}})}{(\text{Max}_{x_{jt}} - \text{Min}_{x_{jt}})} 60 + 70 \quad [10]$$

in cui x_{ijt} è il valore dell'indicatore j per l'unità i -esima al tempo t , mentre $\text{Min}_{x_{jt}}$ e $\text{Max}_{x_{jt}}$ rappresentano i *goalposts* per l'indicatore j -esimo nei t anni considerati nell'analisi. Nel caso in cui l'indicatore abbia una polarità negativa, diversamente da quanto visto nella [3], si procederà:

$$r_{ijt} = \frac{(\text{Max}_{x_{jt}} - x_{ijt})}{(\text{Max}_{x_{jt}} - \text{Min}_{x_{jt}})} 60 + 70 \quad [11]$$

Infine, denominando con M_{rit} e S_{rit} , rispettivamente, la media e la deviazione dei valori normalizzati per l'unità i -esima, sarà possibile calcolare l' $\text{MPI}^{+/-}$ per l'unità i al tempo t nel modo seguente:

$$\text{MPI}_{it}^{+/-} = M_{rit} \pm S_{rit} \text{cv}_{it}$$

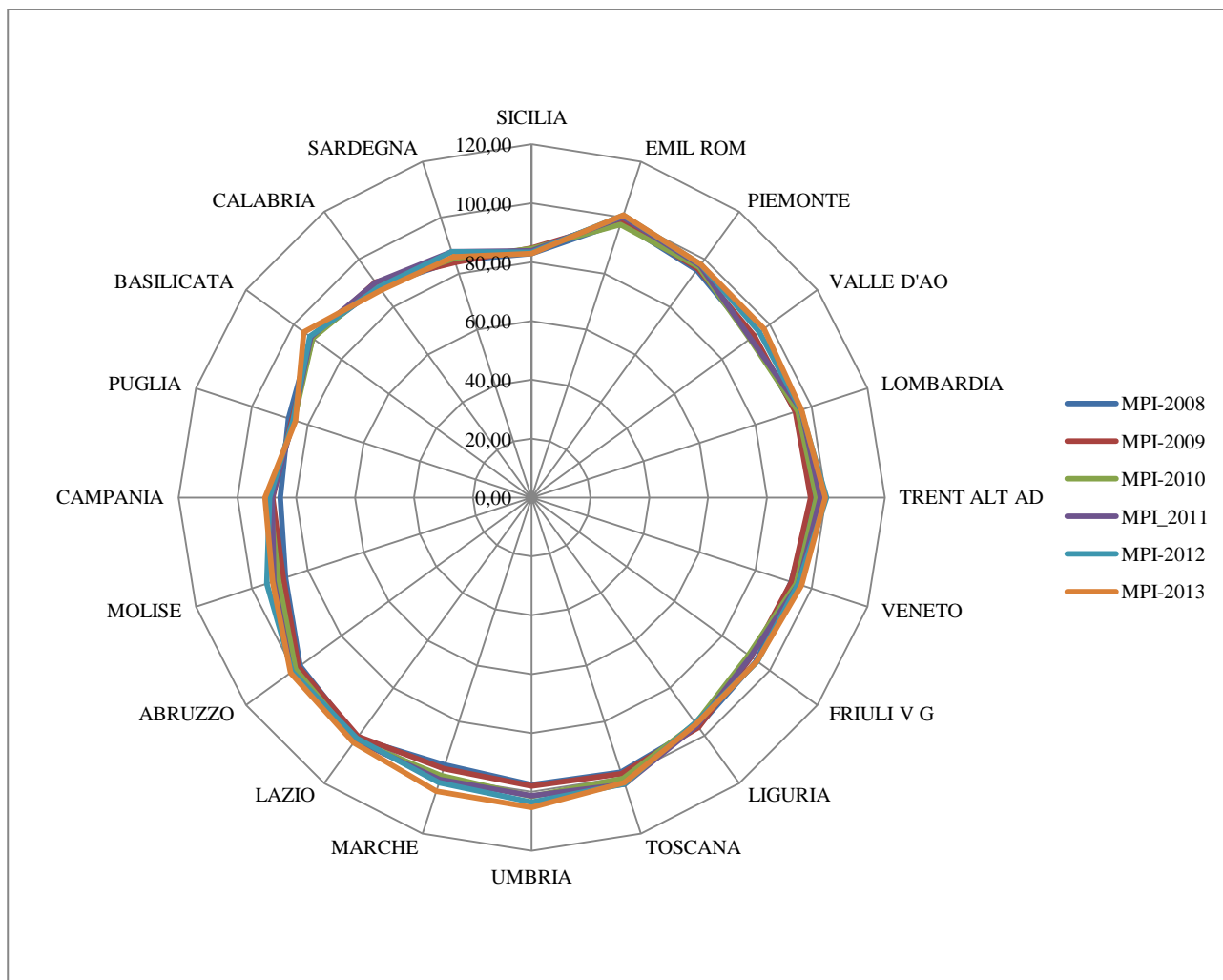
I restanti passaggi esposti nella [4], [5], [6], [7], [8], [9] rimangono invariati.

3.5. Risultati e ipotesi di trasferibilità

Relativamente alla polarità degli indicatori (così chiamata nell'MPI) si è proceduto nell'attribuzione del verso negativo a 4 indicatori, in questo modo indicando che un aumento di questi è negativamente correlato al raggiungimento di valori elevati dell'indicatore (Termo/pop; Cons en el/ab; Ven gasolio Benzina/Parco AutoMoto; N_el_Dipl).

Di seguito si riportano i risultati dell'applicazione dell'MPI ai dati discussi precedentemente (Figura 11):

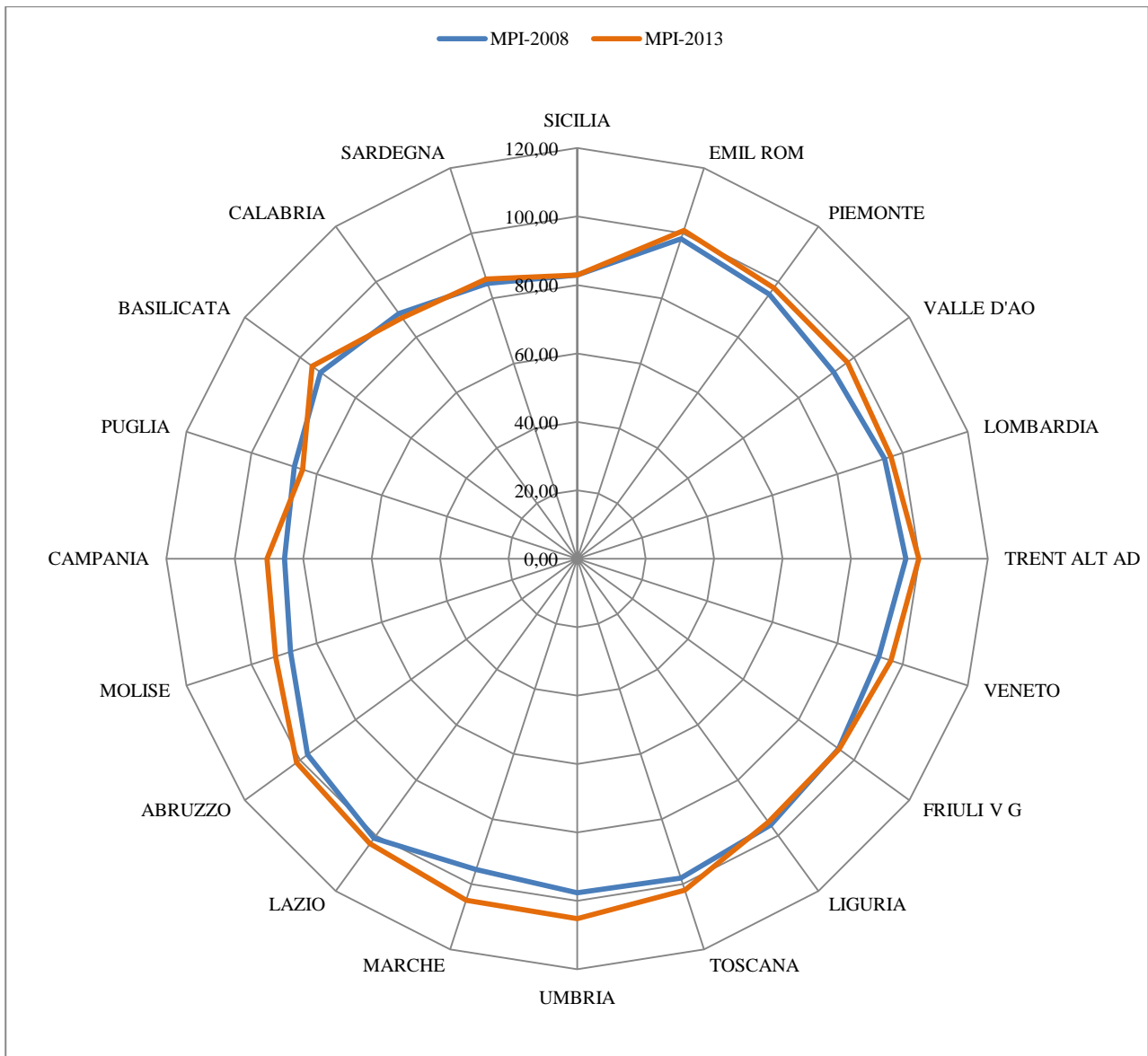
Figura 11. Risultati dell’MPI Adjusted, per le 20 Regioni Italiane (2008/2013)



Dal grafico in Figura 11 è possibile conoscere il modo in cui negli anni si sono comportate le Regioni, identificando miglioramenti (progressi) e peggioramenti. La complessità dell’indice sta nel fatto che comprende 11 indicatori rappresentanti 3 dimensioni particolarmente articolate nonché soggette a improvvisi mutamenti. Questo è vero se si guarda come soltanto alcune Regioni Italiane hanno effettivamente raggiunto, nel sessennio, punteggi migliori (Umbria, Marche, Basilicata) rispetto ad altre che invece hanno ridotto il loro contributo al target complessivo nazionale (si vedano Liguria e Molise).

Sebbene l’obiettivo specifico dell’indice non sia quello di produrre un ranking, bensì di conoscere l’andamento assunto da ciascuna Regione al fine di consentirne un monitoraggio in vista della programmazione di breve periodo, risulta utile presentare ulteriori dati necessari per un commento completo. La Figura 12, mostra la performance complessiva delle 20 Regioni nel 2008 e nel 2014:

Figura 12. IM_EU2020 - Andamento delle Regioni Italiane negli anni 2008 e 2013



Dal Grafico riportato in figura 11 è semplice identificare le performance mostrate dalle Regioni, ricavando tra l'altro i punteggi migliori e peggiori in termini di contributo, riportati in Tabella 7. Schematicamente abbiamo dunque rappresentato le Regioni italiane che, in ciascun anno del sessennio studiato, hanno contribuito in modo maggiore e minore, in termini assoluti, al raggiungimento dei target 2020 dell'Italia:

Tabella 7. Maggiori contribuenti e peggiori contribuenti al target nazionale

Maggior contributo (valore MAX)			Minor contributo (valore MIN)		
100.96	LAZIO	(2008)	82.91	SICILIA	(2008)
100.29	LAZIO	(2009)	83.94	SARDEGNA	(2009)
102.01	LAZIO	(2010)	84.53	SICILIA	(2010)
102.43	TOSCANA	(2011)	83.81	SICILIA	(2011)
103.50	UMBRIA	(2012)	83.82	SICILIA	(2012)
105.22	UMBRIA	(2013)	82.89	SICILIA	(2013)

Il trattamento dei valori dell'indice seguendo il ragionamento che esporremo di seguito, rappresenta una delle principali peculiarità dello strumento. Infatti, i dati riportati nella Tabella 7, contengono delle informazioni che strettamente si legano al concetto di monitoraggio esposto ad inizio paragrafo. Ovvero: l'importanza dell'IM_EU2020 sta esattamente nel fatto di tenere sotto dovuto controllo l'andamento assunto da ciascuna Regione, relativamente ai dati sopra riportati, consentendo di conoscere, a tempo debito (*in itinere*), il motivo per cui ad esempio la Toscana ha ridotto il contributo rispetto all'Umbria (quindi individuare quale componente abbia influito negativamente l'anno successivo e intervenire su di essa per cercare di risolvere, per tempo, l'eventuale gap). Discorso simile vale per le Regioni che meno hanno contribuito allo sforzo nazionale, con l'obiettivo di comprendere cosa continua a non funzionare bene nel rendimento complessivo di queste aree, soprattutto concentrate nella zona Sud e Isole, e in piccola parte anche nel Nord Italia, in cui si registra un costante andamento negativo in termini assoluti, seppur con lievi miglioramenti in termini relativi (si veda figura 13):

L'utilità dell'IM_EU2020 risiede nella capacità di monitorare gli effetti delle politiche implementate a livello regionale al fine di raggiungere i target fissati a Bruxelles, identificando esattamente la dimensione che sta subendo eventuali rallentamenti con la possibilità di riconsiderare gli indicatori elementari originari (gli stessi che hanno consentito la costruzione dell'indice stesso). Per esporre il concetto con maggiore chiarezza, si riporta l'esempio di Toscana e Umbria (contribuenti maggiori al target nazionale). Come esposto in Tabella 7, la Toscana registrava livelli eccellenti di contributo al target nazionale nel 2011, per poi esser stata, in un certo senso, superata dall'Umbria in termini di maggiore performance. Cosa è effettivamente accaduto?

La Tabella 8 spiega esattamente (e numericamente) cosa è accaduto in Umbria, piuttosto che in Toscana, tanto da modificare il loro rispettivo posizionamento così come correttamente segnalato dai valori assunti dall'IM_EU2020. Infatti, se si guardano i risultati del coefficiente di variazione (%) nonché i valori *min* e *max*, si nota che l'Umbria, durante il sessennio studiato, ha registrato un aumento sostanziale nella produzione di FER (con CV pari a 36.23%, contro il 13.58% della Toscana), unito ad una notevole riduzione di energia prodotta da centrale termoelettrica pro capite (CV = 49.65%), e ad un significativo aumento della percentuale di Laureati ed individui con formazione post laurea (CV 10.78%).

Tabella 8. Statistiche descrittive per Umbria e Toscana (11 indicatori, nel sessennio 2008/2013)

	A.	Dfct/ Srpls	380/Pop	Fer/ Tot	Termo/ Pop	C en el/ab	Ven G+B/ PAR	Ven GPL/ PAR	Parco Auto moto	N_EL_ M_DI P	Lau/ Post L	Tas. O ccup
Tos.	08	-4145.60	0.000292	0.359	0.0032255	1174.00	0.000895	0.013609	37.13	88.58	11.42	65.36
Tos.	09	-5224.30	0.000289	0.415	0.0026136	1175.00	0.000856	0.016581	43.66	89.14	10.86	64.81
Tos.	10	-4951.90	0.000294	0.422	0.0027236	1177.00	0.000806	0.022492	48.63	88.80	11.20	63.80
Tos.	11	-5683.00	0.000284	0.447	0.0025951	1170.00	0.000788	0.022739	52.61	88.24	11.76	63.57
Tos.	12	-5236.50	0.000301	0.455	0.0025739	1186.00	0.000715	0.025378	71.11	87.59	12.41	63.90
Tos.	13	-6146.40	0.000297	0.540	0.0020671	1135.00	0.000701	0.023724	58.01	87.30	12.70	63.83
<i>Min</i>				0.359	0.0020671						10.86	
<i>Max</i>				0.540	0.0032255						12.70	
CV (%)				13.58	14.06						6.08	
Umb.	08	-1695.20	0.000098	0.264	0.0039781	1076.00	0.000889	0.021742	27.15	88.92	11.08	65.39
Umb.	09	-1608.60	0.000098	0.378	0.0029893	1089.00	0.000903	0.024001	32.86	88.51	11.49	63.00
Umb.	10	-1940.00	0.000097	0.571	0.0019651	1085.00	0.000878	0.030288	37.43	87.91	12.09	62.75
Umb.	11	-2000.10	0.000091	0.498	0.0022472	1093.00	0.000835	0.029507	41.06	87.61	12.39	62.33
Umb.	12	-3146.10	0.000098	0.577	0.0013423	1128.00	0.000721	0.032509	61.51	86.27	13.73	61.52
Umb.	13	-2257.60	0.000097	0.808	0.0009255	1060.00	0.000745	0.034799	46.64	85.38	14.62	61.08
<i>Min</i>				0.264	0.0009255						11.08	
<i>Max</i>				0.808	0.0039781						14.62	
Cv (%)				36.23	49.65						10.78	

Come accade in Europa, anche in Italia esistono Regioni che contribuiscono maggiormente al target nazionale, e Regioni che invece non riescono ad apportare un adeguato contributo. Come spesso accade nei confronti regionali, la parte del sud e delle Isole la fa da padrona per quanto concerne gli sforzi minori, sebbene però è corretto fare delle specifiche osservazioni a riguardo. Tenendo in mente quanto discusso precedentemente relativamente agli indicatori elementari, si riporta il caso della Puglia che rappresenta in un certo senso lo snodo principale di della produzione termoelettrica dell'Italia. L'indice infatti ci fa vedere una posizione della Puglia altamente negativa. In questo caso specifico, al di là di identificare politiche alternative con cui la Puglia potrebbe meglio sostenere gli sforzi del Paese, bisogna comunque tenere in considerazione che sebbene migliorerà, ad esempio la produzione di FER (che a tutt'oggi è molto elevata), continuerò però a produrre elevati livelli di CO₂ nonché ad aumentare la domanda di combustibili fossili dall'estero, contribuendo sempre meno alla prima dimensione. Questo per dire, che l'IM_EU2020 ci presenta correttamente la posizione di ciascuna Regione in relazione al proprio contributo, poi però toccherà ai policy maker saper ben interpretare i risultati. Nel caso specifico, e considerando i potenziali di ciascuna Regione nonché le priorità programmatiche affidate a ciascuna Regione nel Quadro strategico Nazionale, l'IM_EU2020 consente, tra l'altro, di meglio distribuire i compiti, se così possiamo chiamarli, per ciascuna Regione.

3.6. Conclusioni

La necessità di produrre statistiche affidabili nonché confrontabili a livello Europeo è oggetto di discussione da diversi anni. A livello di Unione Europea, statistici, economisti e accademici stanno concentrando gli sforzi per tentare di produrre delle statistiche di tipo ambientale e sociale (così come richiesto dalla Strategia EU 2020), caratterizzati dall'esigenza di avere dati che vadano oltre il PIL. Per raggiungere gli obiettivi della EU2020, ovvero una società inclusiva e sostenibile, risulta indispensabile che gli indicatori ambientali e sociali oggi esistenti abbiano lo stesso livello delle comuni statistiche economiche, riassumibili in: scopo ben definito, dettaglio e immediatezza. Tutti aspetti che ad oggi risultano scarsamente disponibili, per non dire inesistenti, a livello Nazionale e sub nazionale. Se realmente si vuole consentire ai policy-maker di implementare politiche adeguate, è necessario dotare questi ultimi di strumenti statistici adeguati ed aggiornati (Palumbo, 2013).

Risulta di fondamentale importanza che a livello nazionale venga migliorata e potenziata la raccolta di dati statistici. Possedere indicatori statistici attendibili e aggiornati può davvero rappresentare un valore aggiunto per le Nazioni, nonché per le Regioni, in quanto consentirebbe di chiarire le situazioni interne specifiche di determinate dimensioni oggetto di approfondimento. Facendo riferimento all'EISD, la stessa IAEA afferma che bisognerebbe far sì che gli Istituti Statistici

Nazionali iniziassero a raccogliere dati relativamente alle variabili attenzionate nel rapporto (IAEA, 2005). Relativamente all'indice IM_EU2020, è possibile confermare quanto affermato dall'AIEA. Uno dei limiti principali dell'indice qui proposto, risiede essenzialmente nella disponibilità di indicatori aggiornati e che soprattutto abbiano un dettaglio maggiore relativamente alle dimensioni considerate. Per quanto i risultati ottenuti dall'IM_EU2020, risultano essere particolarmente interessanti, non bisogna nascondere che la disponibilità di altri dati (come nel caso del PM10) avrebbe reso lo strumento maggiormente completo. Se da un lato è corretto affermare che la disponibilità di dati energetici risulta essere assolutamente impeccabile, lo stesso non può dirsi per i dati di tipo ambientale. In quest'ultimo caso, molto probabilmente la mancanza è da attribuire alle ARPA regionali o comunque alle diverse agenzie locali che dovrebbero occuparsene. Negativo è anche il contributo offerto dai dati riportati dal BES¹⁵: anche in questo caso, nonostante l'elevata precisione nonché il dettaglio degli indicatori considerati, purtroppo la tempestività continua a dare da pensare. Con particolare riferimento al caso italiano, è fuori di dubbio che l'aver potuto inserire dati pertinenti la dimensione sociale (e ben rappresentati dal BES) avrebbe di gran lunga migliorato la qualità dell'informazione offerta dall'IM_EU2020.

Da un punto di vista metodologico, l'applicazione dell'Adjusted MPI per la costruzione dell'IM_EU2020, sembra aver raggiunto i risultati attesi. Infatti, ha consentito di rispettare la non compensabilità degli indicatori, offrendo, allo stesso tempo, ai policy maker uno strumento di facile calcolo e lettura, includendo dettagli tecnici che consentano realmente l'individuazione di punti di debolezza e/o di forza delle unità oggetto di studio. L'applicazione di tecniche di statistica multivariata o di tecniche non parametriche (ci riferiamo particolarmente all'ACP o ancora alla DEA, nonché alla specificazione BoD) è stata esclusa in corso di elaborazione per motivi prettamente legati alla non correlazione degli indicatori scelti per l'indice, il che portava ad un mal funzionamento dell'ACP, costringendo all'estrazione di almeno 6 CP (non ammissibile dato il numero complessivo di indicatori, pari a 11). L'esclusione della DEA (in particolare il modello *output oriented*) nonché della BoD è stata, invece, causata prevalentemente dal numero eccessivo di indicatori (dunque *output*) da inserire (Rogge, 2012). Ipotizzare di applicare una modello DEA (o una BoD) per ciascuna dimensione, avrebbe obbligato ad abbandonare lo scopo iniziale dell'IM_EU2020.

Il buon funzionamento dell'IM_EU 2020, soprattutto in considerazione dell'inclusione di nuovi indicatori nel conteggio finale, dipenderà in larga parte dalla risposta degli Istituti Nazionali di

¹⁵ Benessere Equo e Sostenibile (BES) Il progetto per misurare il benessere equo e sostenibile, nato da un'iniziativa congiunta del Cnel e dell'Istat, si inquadra nel dibattito internazionale sul "superamento del Pil", alimentato dalla consapevolezza che i parametri sui quali valutare il progresso di una società non possano essere esclusivamente di carattere economico, ma debbano tenere conto anche delle fondamentali dimensioni sociali e ambientali del benessere, corredate da misure di disegualianza e sostenibilità, (<http://www.misuredelbenessere.it/>).

Statistica al Codice di condotta emanato dall'Eurostat, nella sua prima versione, nel 2005, seguito dalla versione del 2011 (Eurostat, 2011). Infatti, a seguito di una precisa richiesta del Consiglio Ecofin nel giugno del 2004 la Commissione europea ha definito nel dicembre del 2004 un piano d'azione per rafforzare la credibilità della statistica europea. Tale piano prevede anche l'adozione di standard condivisi per valutare il grado di indipendenza, integrità e autorevolezza degli Istituti Nazionali di Statistica e di tutte le altre autorità statistiche che, a livello nazionale e comunitario, partecipano al Sistema Statistico Europeo. Strumento fondamentale di questa azione è stato il Codice di Condotta per le statistiche europee, adottato come Raccomandazione della Commissione nell'ambito della Comunicazione al Consiglio e al Parlamento Europeo del 25 maggio 2005. Il codice, preparato e approvato dai principali produttori di statistiche europee, è uno strumento di autoregolamentazione e comprende quindici principi da applicare nella produzione delle statistiche europee. Tali principi recepiscono in larga misura le norme internazionali esistenti, tra le quali i Principi fondamentali delle statistiche ufficiali adottati dalle Nazioni Unite. L'obiettivo finale di tale operazione è, da una parte, accrescere la fiducia nelle autorità statistiche tramite miglioramenti istituzionali e organizzativi e, dall'altra, accrescere la qualità delle statistiche ufficiali prodotte e diffuse.

Alla luce dei miglioramenti sopra esposti, che renderebbero l'indice qui proposto, maggiormente funzionale, è comunque utile ribadire come l'IM_EU2020 sembra essere stato in grado di chiarire la posizione di ciascuna Regione Italiana relativamente al contributo per il raggiungimento del target nazionale, consentendo di conoscere in dettaglio gli effettivi progressi realizzati negli anni 2008/2013. Inoltre, con specifico riferimento alla dimensione energetica, l'inserimento di indicatori energetici legati all'offerta, alla domanda e alle caratteristiche infrastrutturali, ha consentito di produrre delle conclusioni che tenessero in dovuta considerazione il potenziale di ciascuna Regione nonché i limiti intrinseci (vedi, ad esempio, il caso della Puglia e della Sicilia per quanto riguarda la rete 380kv nonché la produzione di energia da centrali termoelettriche). Mentre, per quanto concerne la dimensione occupazione, sembra che l'indice abbia saputo mostrare gli scarsi progressi in quest'ambito, e quindi la necessità di dover intervenire ampiamente mediante, tra l'altro, politiche attive del lavoro. Infine, la dimensione relativa all'ambiente, specificatamente rappresentata dalla caratterizzazione delle regioni in base al trasporto su gomme, ha evidenziato ancora una volta il modo in cui, a livello micro, le singole Regioni stiano cercando di migliorare le loro performance ambientali implementando politiche finalizzate alla riduzione delle emissioni di CO₂, e componenti affini.

In letteratura, escludendo il contributo di Giambona & Vassallo (2013), specificatamente indirizzato alla creazione di un indicatore sintetico per il monitoraggio dell'inclusione sociale secondo quanto

previsto dalla Strategia Europea 2020, non è stato ancora realizzato un contributo che abbia tentato di includere più dimensioni della EU2020 in un'unica misura sintetica. Per quanto in nostra conoscenza, questo rappresenta il primo contributo. Proprio per questo motivo l'IM_EU2020 è stato definito come un'ipotesi di indice sintetico, lasciando spazio non solo all'evoluzione della letteratura in materia ma anche alla disponibilità di ulteriori dati che saranno messi a disposizione negli anni a seguire e che consentiranno all'IM_EU2020 di essere effettivamente utilizzabile a livello di *policy-making decision*.

CONCLUSIONI

Obiettivo generale della presente tesi di dottorato è stato quello di effettuare analisi statistiche di tipo multidimensionale finalizzate a valutare e monitorare gli effetti delle politiche Europee nel settore delle rinnovabili, con un focus specifico al monitoraggio della Europe2020 a livello regionale.

Per quanto concerne la valutazione dei “regimi di sostegno”, così denominati dalla Direttiva 2001/77/EC, l’analisi presentata nel capitolo II ha consentito di ottenere risultati particolarmente interessanti, soprattutto in vista del processo di armonizzazione che da anni è oggetto di discussione in seno alle Istituzioni Europee. In particolare, l’aspetto innovativo risiede nel fatto che l’effetto dei regimi di sostegno è stato studiato dal lato dell’impatto in termini di Mega Watt, diversamente da quanto fino ad oggi realizzato in letteratura, dove la materia è stata analizzata da un punto di vista del costo opportunità o, ancora, della spesa sostenuta da ciascun Governo. I dati che sono stati utilizzati risultano anch’essi di particolare interesse, in quanto rappresentano la traduzione numerica delle politiche Europee emanate nel periodo 1996-2010, ovvero: ricerca e sviluppo nel settore delle FER, capacità installata di Fotovoltaico in MW, domanda di energia da fonti tradizionali, produzione di CO₂, ed efficienza energetica. I risultati confermano il buon funzionamento dei regimi di sostegno nel settore del fotovoltaico, consentendo allo stesso tempo di produrre considerazioni specifiche relativamente alla migliore performance di alcune politiche rispetto ad altre. Infatti, sebbene la discussione a livello Europeo circa una possibile armonizzazione di queste politiche continua ad essere aperta, è pur vero che nei fatti una sorta di armonizzazione *from the bottom* è ormai avvenuta (Kitzing et al., 2012). A conferma di ciò, i risultati evidenziano una forte somiglianza tra le politiche adottate negli 11 Stati Membri oggetto di studio, indipendentemente dal fatto che questi Paesi fossero, o meno, particolarmente esposti alle radiazioni solari (motivando dunque un maggiore sviluppo e diffusione della tecnologia del fotovoltaico). Alcuni Stati hanno, infatti, raggiunto migliori risultati rispetto ad altri, identificando questa differenza nella tipologia e tempistica dei regimi di sostegno applicati. Infatti, se da un lato i FIT risultano essere in assoluto gli strumenti che più di altri hanno funzionato, grazie non solo alle garanzie riservate ai produttori di FER ma anche alla fiducia che questi strumenti sono stati in grado di imprimere agli investitori, dall’altro lato si evidenzia come gli stessi abbiano bisogno di essere accorpati ad altri regimi per ottenere risultati migliori. E’ il caso specifico della Germania che oltre ai FIT, ha sostenuto il settore fotovoltaico con ingenti investimenti (a fondo perduto) e finalizzati alla costruzione di numerosi impianti, implementando in contemporanea ai FIT i *Demonstration Programmes* (DP). Un modello simile è stato seguito dal Regno Unito (seppur in epoca più recente, nel 2010), e dall’Italia.

Il settore nonché la tecnologia delle FER è particolarmente delicato, e necessita di una scrupolosa analisi di tipo non solo economico ma anche, e soprattutto infrastrutturale. A tal proposito, e riferendoci ai risultati di cui prima, è fuori di dubbio che i DP, oltre ad avere avuto l'effetto di introdurre massicciamente la tecnologia, consentendone una marcata penetrazione (fino ad allora quasi nulla), hanno anche permesso di testare la rete elettrica di distribuzione delle Nazioni che li hanno utilizzati. Infatti, quando parliamo di FER è essenziale fare riferimento alle caratteristiche infrastrutturali del paese, per così considerare le dovute accortezze. Valutazione che nei fatti, ad esempio, non è avvenuta in Repubblica Ceca. In questo Stato Membro è stata promossa nel 2005 una politica di promozione del fotovoltaico basata essenzialmente su FIT e FIP. Il risultato positivo in termini di MW è stato raggiunto in pochissimi anni (passando da 0 MW del 2005 a 2160 MW del 2013), ma nel 2010 il governo è stato costretto ad una moratoria temporanea della politica in seguito ad un'esplicita richiesta degli operatori della rete di trasmissione e distribuzione (ECLAREON, 2011). Dal 2014, sia i FIT che i FIP per il fotovoltaico sono stati ufficialmente aboliti. La motivazione alla base di un siffatto fallimento sta esattamente nel mancato coordinamento delle azioni strategiche necessarie ad accogliere la produzione energetica FER. Infatti, la questione non riguarda soltanto la disponibilità economica di un Governo a sostenere l'inserimento di queste nuove fonti, ma contemporaneamente è necessario uno studio oculato di fattibilità che interessi esclusivamente la rete elettrica che sarà chiamata ad accogliere e distribuire la nuova elettricità immessa in rete, nei tempi e nel rispetto delle specificità tipiche delle FER.

La metodologia adottata nel capitolo II è risultata essere particolarmente adatta per lo scopo dell'analisi che ci si era posti. Il metodo STATIS, consentendo di analizzare allo stesso tempo le tre dimensioni del nostro dataset (Stati Membri, variabili e tempo) è risultato di indubbia funzionalità, portando all'estrazione di variabili latenti in grado di riprodurre la ricchezza di informazioni presente nel dataset originale. Allo stesso tempo, l'utilizzo delle variabili latenti quali input del modello non parametrico WDEA, ha consentito all'analisi di non perdere il carattere temporale, e dunque di giungere ad una valutazione dell'efficienza "negli anni" dell'effetto dei regimi di sostegno. L'analisi così condotta ha assicurato la correttezza del confronto finale che è stato effettuato tra le performance di ciascun Stato Membro e regime di sostegno implementato. Nell'ottica della futura armonizzazione dei regimi di sostegno, i *policy makers* Europei potrebbero tenere in considerazione l'utilizzo del metodo STATIS-WDEA per formulare ipotesi di confronto e valutazione, utilizzando distintamente tutte le variabili che caratterizzano oggi i 28 Stati Membri.

Si attribuisce al buon funzionamento del metodo STATIS-WDEA l'aver ottenuto risultati tanto interessanti, e di particolare utilità nell'ottica della programmazione futura. Allo stesso modo, è possibile concludere che il metodo di compensazione utilizzato per la costruzione

dell'IM_EU2020, ha consentito di giungere alla scomposizione e monitoraggio, a livello regionale, dello stato di avanzamento della EU2020. Nonostante la necessità, nonché richiesta ufficiale ad opera, tra gli altri, della Europe2020 Monitoring Platform, ad oggi non esiste uno strumento creato con questo scopo, e che sia allo stesso tempo di facile intuizione e utilizzo. A tal riguardo, il metodo di ponderazione e compensazione caratteristico dell'Adjusted MPI ha effettivamente consentito di raggiungere un primo traguardo in questo senso. Il metodo, infatti, rispetta il peso di ciascun indicatore nel conteggio finale, consentendo tra l'altro una valutazione che tenga conto del tempo. I risultati raggiunti risultano essere di particolare importanza sia a livello Europeo che, nel caso specifico, a livello Nazionale Italiano.

I limiti che rimangono oggetto di future riflessioni nonché miglioramenti, riguardano senza dubbio la disponibilità dei dati stessi. Infatti, a livello Europeo, siamo ancora parecchio distanti da un'armonizzazione delle statistiche regionali. Molti Stati Membri possiedono statistiche regionali irrilevanti, incomplete e soprattutto non aggiornate, rendendo in questo modo il confronto praticamente impossibile. Il caso Italia risulta, a tal riguardo, essere fuori dalla media in quanto lo sforzo congiunto di ISTAT, TERNA, GSE, e ACI, sta fruttando i risultati sperati. I dati che sono stati inseriti nel calcolo dell'IM_EU2020 sono sicuramente significativi, sia perché disponibili per tutte le Regioni e sia perché aggiornati all'ultimo anno corrente (nel caso nostro il 2013). Probabilmente sarebbe stato auspicabile inserire un maggior numero di indicatori che rispecchiassero altre dimensioni della Europe 2020, ma ciò non è stato possibile a causa della incompletezza di alcuni dataset ufficiali. I risultati così ottenuti, ci fanno conoscere un'Italia caratterizzata da diverse performance, in cui certamente spiccano le Regioni storicamente più arretrate o comunque più "rimproverate" dalla Politica Nazionale, ovvero: Sicilia e Sardegna. Regioni che l'IM_EU2020 consente invece di rivalutare soprattutto per quanto concerne la produzione di FER, e dunque il contributo specifico delle due regioni al target nazionale. L'IM_EU2020 evidenzia chiaramente come le due Regioni potrebbero essere in grado di esportare il proprio surplus energetico, e che invece non lo fanno in quanto la rete di distribuzione ad oggi esistente non lo consente. L'esempio classico della Sicilia non può non essere attenzionato. Nell'isola, infatti, l'elettrodotto con la Calabria è insufficiente, e i lavori di Terna per potenziarlo sono continuamente ostacolati da proteste e ricorsi locali. Così l'isola deve in gran parte provvedere da sola alla propria produzione elettrica, con centrali molto vecchie, che producono un'elettricità costosa e che richiedono una grossa riserva sempre pronta, come assicurazione contro eventuali guasti, e interventi di risoluzione delle congestioni, per sopperire all'insufficienza dei collegamenti elettrici interni, che non possono spostare grandi carichi da una parte all'altra dell'isola. E' comunque opportuno ricordare che complessivamente l'intero territorio nazionale soffre la

manca di un'adeguata rete elettrica: mentre la domanda di energia elettrica è cresciuta con tassi medi annui del 2,9%, in linea con la media europea (al 2,8%), non c'è stato un adeguato sviluppo dell'infrastruttura (misurato in chilometri di nuovi elettrodotti realizzati). Così, mentre in Europa il tasso di crescita si è aggirato sui livelli simili a quelli della produzione (+2,4%), in Italia il dato si dimezza all'1,2%. La nuova richiesta di energia è stata soddisfatta con un adeguato incremento dell'offerta, in termini di capacità installata e di produzione, ma nello stesso periodo non c'è stata un'adeguata crescita dell'infrastruttura necessaria al suo trasporto, visto che la rete è cresciuta solo dello 0,5% (Terna, 2013). In altre parole, in Italia non c'è mancanza di produzione, anzi, di centrali ne sono state realizzate anche troppe. Il problema è una rete vecchia, che non è stata potenziata per tempo.

L'obiettivo che la presente tesi si era posta è stato ampiamente raggiunto. L'utilizzo delle metodologie presentate nel Capitolo II (STATIS-WDEA) e nel capitolo III (Adjusted MPI) sembrano essere risultate adatte nell'analizzare dati in serie storiche, consentendo di non perdere le preziose informazioni contenute nei dataset originali, e attribuendo adeguatamente i pesi a ciascun indicatore incluso nelle analisi. Il lavoro lascia spazio ad ulteriori miglioramenti sia delle tecniche che degli indicatori suscettibili di essere inseriti nelle analisi, nonché l'eventuale possibilità di utilizzare le stesse tecniche per realizzare confronti tra Regioni e Nazioni Europee. Negli approfondimenti futuri sarà interessante analizzare gli effetti che hanno sortito le recenti Linee Guida Europee sugli Aiuti di Stato, emanate nel 2014, e che prevedono il sostegno finanziario per interventi infrastrutturali nelle reti elettriche degli Stati Membri.

Bibliografia

Abdi, H., Valentin, D., O'Toole, A.J., Edelman, B., 2005. DISTATIS: The analysis of multiple distance matrices, Proceedings of the IEEE Computer Society: International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, San Diego, CA, USA, 42–47.

Abdi, H., Williams, J.L., Valentin, D., BennaniDosse, M., (2012). STATIS and DISTATIS: optimum multitable principal component analysis and three way metric multidimensional scaling, WIREs Comput Stat, 4:124-167.

ACI (2008). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia– Prezzi e consumi carburante in Italia, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2008.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2008). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia. Capitolo 3 - Consistenza parco veicoli. Autovetture, Motocicli, Autobus distinti per regione, alimentazione e fascia di cilindrata, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2008.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2009). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia– Prezzi e consumi carburante in Italia, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2009.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2009). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia. Capitolo 3 - Consistenza parco veicoli. Autovetture, Motocicli, Autobus distinti per regione, alimentazione e fascia di cilindrata, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2009.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2010). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia– Prezzi e consumi carburante in Italia, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2010.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2010). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia. Capitolo 3 - Consistenza parco veicoli. Autovetture, Motocicli, Autobus distinti per regione, alimentazione e fascia di cilindrata, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2010.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2011). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia– Prezzi e consumi carburante in Italia, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2011.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2011). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia. Capitolo 3 - Consistenza parco veicoli. Autovetture, Motocicli, Autobus distinti per regione, alimentazione e fascia di cilindrata, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2011.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2012). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia– Prezzi e consumi carburante in Italia, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2012.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2012). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia. Capitolo 3 - Consistenza parco veicoli. Autovetture, Motocicli, Autobus distinti per regione, alimentazione e fascia di cilindrata, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2012.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2013). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia– Prezzi e consumi carburante in Italia, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2013.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

ACI (2013). Annuario Statistico dell'Automobile Club d'Italia. Capitolo 3 - Consistenza parco veicoli. Autovetture, Motocicli, Autobus distinti per regione, alimentazione e fascia di cilindrata, (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2013.html>). Ultimo accesso 10.07.2014.

- Adler, N., Golany, B., (2001). Evaluation of deregulated airline networks using data envelopment analysis combined with principal component analysis with an application to Western Europe. *European Journal of Operational Research*, 132, 260-273, ELSEVIER.
- Adler, N., Golany, B., (2002). Including Principal Component Weights to Improve Discrimination in Data Envelopment Analysis. *The Journal of the Operational Research Society*, (Sep.), Vol. 53, No. 9, pp. 985-991, doi: 10.1057/palgrave.jors.2601400.
- Ameli, N., Kammen, D.M., (2014). Innovations in financing that drive cost parity for long-term electricity sustainability: An assessment of Italy, Europe's fastest growing solar photovoltaic market. *Energy for Sustainable Development*, Volume 19, April 2014, Pages 130-137, ISSN 0973-0826, <http://dx.doi.org/10.1016/j.esd.2014.01.001>.
- Antonelli, M., Desideri, U., (2014). The doping effect of Italian feed-in tariffs on the PV market, *Energy Policy*, Volume 67, April 2014, Pages 583-594, ISSN 0301-4215, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.12.025>.
- Arcidiacono, C., Sarnacchiaro, P., Velleman, R., (2008). Testing fidelity to a new psychological intervention for family members of substancemisusers during implementation in Italy. *J Subst Abuse*, 13:361–381.
- Asmild, M., Paradi, J., Aggarwal, V., Schaffnit, C. (2004). Combining DEA window analysis with the Malmquist index approach in a study of the Canadian banking industry. *Journal of Productivity Analysis*, 21 (1).
- Aureli Cutillo, E. *Lezioni di statistica sociale. Dati ed indicatori. Vol. 2, 1996, CISU*
- Avril, S., Mansilla, C., Busson, M., Lemaire, T., (2012). Photovoltaic energy policy: Financial estimation and performance comparison of the public support in five representative countries. *Energy Policy*, 51, 244–258, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.07.050>.
- Banker, Charnes, Cooper, (1984), “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis”
- Boute, A., Willems, P., (2012). RUSTEC: Greening Europe’s energy supply by developing Russia’s renewable energy potential. *Energy Policy*, *Energy Policy* 51 (2012) 618–629, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.09.001>.
- Brijesh M., Semida, S. (2010). Using a sustainability index to assess energy technologies for rural electrification. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41 (2015) , pp 1351–1365.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245-276.
- Chang , M.C. (2014). Energy intensity, target level of energy intensity, and room for improvement in energy intensity: An application to the study of regions in the EU. *Energy Policy*, 67 (2014), pp. 648–655.
- Charnes, A., C. T. Clark, W. W. Cooper and B. Golany. (1985). “A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Forces.” *Annals of Operations Research* 2, 95–112.
- Charnes, A., Clark, C. T., Cooper ,W. W., Golany, B., (1985). A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Forces. *Annals of Operations Research*, 2, 95–112.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., Seiford, L. M. (eds.) 1994. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and applications*. Kluwer Academic Publishers.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Seiford, L. M., (1994). Extension to DEA Models”. In A. Charnes, W. W. Cooper, Lewin A. Y. and Seiford L. M. (eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academic Publishers.
- Charnes, Cooper, Seiford, Stutz, (1983), “Invariant Multiplicative efficiency Analysis and Piecewise Cobb-Douglas Envelopment”.

Charnes, Cooper, Seiford, Stutz, (1983), “Invariant Multiplicative efficiency Analysis and Piecewise Cobb-Douglas Envelopment” .

Coelli, T. J., Rao, D. P., O’Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. New York: Springer.

Colin Cameron, A., Pravin Trivedi, K., (2005). Micro-econometrics Methods and Applications. Cambridge University Press, ISBN-13 978-0-521-84805-3.

COM (2001/C 37/03). Community guidelines on State aid for environmental protection. OJ C 37/3 of 3.2.2001.

COM (2008/C 82/01). Community Guidelines on State Aid for Environmental Protection. OJ C 82/1 of 1.4.2008.

COM(2000) 769 final of 29.11.2000 Green Paper Towards a European strategy for the security of energy supply.

COM(2000) 769. European Union (EU), 2000. Green Paper Towards a European strategy for the security of energy supply., of 29.11.2000.

COM(2001) 69 final. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the implementation of the Community Strategy and Action Plan on Renewable Energy Sources (1998 – 2000). Brussels, 16.02.2001.

COM(2004) 366. Commission Communication (2004). “The share of renewable energies in the EU”, Commission Report in accordance with Article 3 of Directive 2001/77/EC, evaluation of the effect of legislative instruments and other Community policies on the development of the contribution of renewable energy sources in the EU and proposals for concrete actions.

COM(2005) 107 final . STATE AID ACTION PLAN. Less and better targeted state aid: a roadmap for state aid reform 2005–2009. Consultation document. 7.6.2005.

COM(2005) 627 final - Commission Communication of 07.12.2005. “The support of electricity from renewable energy sources”.

COM(2006) 848. European Union (2006). “Renewable Energy Road Map Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future”. Commission Communication of 10.1.2007.

COM(2006) 849 final - Commission Communication of 10.1.2007. “Green Paper follow-up action. Report on progress in renewable electricity”.

COM(2006)545 final. Communication from the Commission “Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential”. Brussels, 19.10.2006

COM(2007) 1 final. Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament. An Energy Policy for Europe. Brussels, 10.1.2007.

COM(2010) 2020 final. Communication from the Commission. EUROPE 2020 A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. Of 3.3.2010.

COM(2011) 112 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 of 8.3.2011.

COM(2011) 31 final. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. “Renewable Energy: Progressing towards the 2020 target”. Of 31.01.2011.

COM(2012) 445 final. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the Implementation of the European Energy Programme for Recovery. 8.8.2012.

COM(2012) 4701 final. Commission Communication of 10.07.2012. “Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership”.

COM(2014/C 200/01) Communication from the Commission. Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014-2020 (2014/C 200/01). OJ C 200/1 of 28.6.2014.

COM(97) 599. European Union (EU), (1997). Energy for the Future: Renewable Sources of Energy – White Paper for a Community Strategy and Action Plan. 26.11.1997.

Community Guidelines on State aid for environmental protection , OJ C 72 of 10.3.1994.

Concerted Action on the renewable energy directive (<http://www.ca-res.eu>), [ultimo accesso 10.09.2014].

Coquet, R., Troxler, L., Wipff, G., (1996). The STATIS method: Characterization of conformational states of flexible molecules from molecular dynamics simulation in solution. *J Mol Graph*, 14:206–212.

Costescu Badea, A., Rocco S. C., Tarantola, S., Bolado, R. (2011). Composite indicators for security of energy supply using ordered weighted averaging. *Reliability Engineering and System Safety*, 96 (2011), pp. 651–662.

Council Resolution, concerning new Community energy policy objectives for 1995 and convergence of the policies of the Member States, OJ C 241 (25.9.1986).

Crettaz, J., Lins, C., Marin, C., Zervos, A., (2004). Campaign for Take-Off Sharing skills and achievements. EREC (European Renewable Energy Council), INSULA (International Scientific Council for Island Development) and EUFORES (European Forum for Renewable Energy Sources). Brussels, 2004.

De Muro, P., Mazziotta, M., Pareto, A. (2007). Composite Indices for Multidimensional Development and Poverty: An Application to MDG Indicators.

De Muro, P., Mazziotta, M., Pareto, A. (2008). MPI: un indice sintetico generalizzato per la misurazione dello sviluppo e della povertà, in: *Seminari CREI, Università “Roma Tre”*, Roma.

Decision 1513/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2002 concerning the sixth framework programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities, contributing to the creation of the European Research Area and to innovation (2002 to 2006). OJ L 232/1 of 29.8.2002.

Decision 1639/2006/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 2006 establishing a Competitiveness and Innovation Framework Programme (2007 to 2013). OJ L 310/15 of 9.11.2006.

Decision 182/1999/EC of the European Parliament and of the Council of 22 December 1998 concerning the fifth framework programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (1998 to 2002). OJ L 26/1 of 1.2.1999.

Decision 1982/2006/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 of concerning the Seventh Framework Programme of the European Community for Research, technological development and demonstration activities (2007-2013). OJ L 412/1 of 30.12.2006.

Decision 2004/20/EC of 23 December 2003 setting up an executive agency, the ‘Intelligent Energy Executive Agency’, to manage Community action in the field of energy in application of Council Regulation (EC) No 58/2003. OJ L5/85.

Decision 2007/372/EC of 31 May 2007, amending Decision 2004/20/EC in order to transform the ‘Intelligent Energy Executive Agency’ into the Executive Agency for Competitiveness and Innovation. OJ L 140/52 of 1.6.2007.

Decision 2013/771/EU. Commission implementing Decision of 17 December 2013 establishing the ‘Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises’ and repealing Decisions 2004/20/EC and 2007/372/EC. OJ 341/73.

Decision No 1230/2003/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 adopting a multiannual programme for action in the field of energy: ‘Intelligent Energy — Europe’ (2003 — 2006). OJ L 176/29 of 15.7.2003.

Del Río, P y Gual, M.A. - The promotion of green electricity in Europe: Present and future - *European Environment Journal* - vol. 14 - 2004 - 16pp.

Del Río, P., Cerdá, E., (2014). The policy implications of the different interpretations of the cost-effectiveness of renewable electricity support. *Energy Policy*, (64)364-372, <http://dx.doi.org/10.1>

- Del Vecchio F. (1995), *Scale di misura e indicatori sociali*, Cacucci Editore, Bari, pp. 154-158.
- DESERTEC. The DESERTEC Concept, (<http://www.desertec.org/concept/>). Ultimo accesso 22.12.2014
- Di Franco, G., Marradi, A. (2003). *Analisi Fattoriale e analisi in componenti principali*. BonannoEditore, Acireale, Roma.
- Dimakis, A.A., Arampatzis, G., Assimacopoulos, D. (2012). Monitoring the sustainability of the Greek energy system. *Energy for Sustainable Development*, 16:1, March 2012, pp 51-56.
- Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market. OJ L 283/33 of 27.10.2001.
- Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.
- Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport.
- Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
- Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
- Dunn, R., Dunn, L. *The Washington & Jefferson College Energy Index*. EBRD (2014), European Bank for Reconstruction and Development. SEI. Available at <http://www.ebrd.com/pages/sector/energyefficiency/sei.shtml>. Last access on 02.09.2014.
- ECLAREON. Integration of electricity from renewables to the electricity grid and to the electricity market. RES INTEGRATION. National report: Czech Republic (2011), (http://www.eclareon.eu/sites/default/files/czech_republic_-_res_integration_national_study_nreap.pdf), [ultimo accesso 22.12.2014].
- Enachescu, C., Postelnicu, T., (2003). Patterns in journal citation data revealed by exploratory multivariate analysis. *Scientometrics*, 56:43–59.
- EPI (2014). *Environmental Performance Index. Full Report and Analysis, 2014*, (http://issuu.com/yaleepi/docs/2014_epi_report). Ultimo accesso 10.01.2015.
- ERNST & YOUNG. Renewable energy country attractiveness index – RECAI. Issue 40, February 2014.
- ERNST & YOUNG. Renewable energy country attractiveness index – RECAI. Issue 41, June 2014.
- ERNST & YOUNG. Renewable energy country attractiveness index – RECAI. Issue 36, February 2013.
- ERNST & YOUNG. Renewable energy country attractiveness index – RECAI. Issue 33, February 2012.
- ERNST & YOUNG. Renewable energy country attractiveness index – RECAI. Issue 28, February 2011.
- ERNST & YOUNG. Renewable energy country attractiveness index – RECAI. Issue 24, February 2010.
- Escoufier, Y., (1980). L'analyse conjointe de plusieurs matrices de donnees. In: Jolivet M, ed. *Biometrie et Temps*. Paris: Societe Francaise de Biometrie; 59–76.
- European Energy Efficiency Fund - EEE F. Available at www.eeef.eu. Last access on 10.09.2014.
- European Local Energy Assistance – ELENA. Available at www.eib.org/infocentre/publications/all/elena.htm. Last access on 10.09.2014.
- European Union (EU), 2005. The support of electricity from renewable energy sources. COM(2005) 627, Commission Communication. 07.12.2005.

European Union, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, PV STATUS REPORT 2011 - Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaics, July 2011, EUR 24807 EN – 2011, ISBN 978-92-79-20171-4, ISSN 1831-4155.

European Union, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, PV STATUS REPORT 2011 - Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaics, July 2011, EUR 24807 EN – 2011, ISBN 978-92-79-20171-4, ISSN 1831-4155.

European Union, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, PV STATUS REPORT 2010 - Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaics, – 2010, EUR 24344 EN, ISBN 978-92-79-15657-1, ISSN 1831-4155.

European Union, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, PV STATUS REPORT 2009 - Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaic, August 2009, EUR 24027 EN, ISBN 978-92-79-12800-4, ISSN 1831-4155.

European Union, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, PV STATUS REPORT 2008, EUR 23604 EN, ISBN 978-92-79-10122-9, ISSN 1018-5593.

European Union, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, PV STATUS REPORT 2007 - Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaic, September 2007, EUR 23018 EN, ISBN 978-92-79-07446-2, ISSN 1018-5593.

European Union, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, PV STATUS REPORT 2005 - Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaic, August 2005, EUR 21836 EN, ISBN 92-79-00174-4.

European Union, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, PV STATUS REPORT 2003 - Research, Solar Cell Production and Market Implementation in Japan, USA and the European Union, September 2003, EUR 20850EN, ISBN 92-894-6333-3.

European Union, DG Joint Research Centre, Institute for environment and Sustainability, Renewable Energy Unit, STATUS REPORT 2006, December 2006, EUR 22752, ISBN 978-92-79-05559-1, ISSN 1018-5593.

EUROSTAT – Electricity generated from renewable sources

EUROSTAT – Energy - Share of renewable energy in electricity (nrg_ind_335).

EUROSTAT – Energy indicators - Share of renewable energy in gross final energy consumption.

EUROSTAT – Europe 2020 indicators

EUROSTAT - Imports (by country of origin) - all products - annual data [nrg_121a].

EUROSTAT - Imports (by country of origin) - all products - annual data [nrg_121a]

Eurostat (2011). Codice delle statistiche Europee, 28 settembre 2011, ISBN 978-92-79-25408-6

EVI (2004). Environmental Vulnerability Index. Technical Report. SOPAC - South Pacific Applied Geoscience Commission, (<http://www.vulnerabilityindex.net/Files/EVI%202004%20Technical%20Report.pdf>). Ultimo accesso 20.12.2014.

Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 120, pp. 253-90.

Final Consultation Report (2012).European Commission Directorate-General for Energy Directorate C - Renewables, Research and Innovation, Energy Efficiency - C.3 - Energy efficiency. Public Consultation "INTELLIGENT ENERGY – EUROPE III IN HORIZON 2020"

Fournier, M., Motelay-Massei, A., Massei, N., Aubert, M., Bakalowicz, M., Dupond, J.P., (2009). Investigation of transport processes inside Karst aquifer by means of STATIS. Ground Water, 47:391–400.

- Genard, M., Souty, M., Holmes, S., Reich, M., Breuils, L., (1994). Correlations among quality parameters of peach fruits. *Journal Science Food Agriculture*, 66:241–245.
- Gerikh, V.P., Cleutinx, C. (2011). Roadmap of the EU-Russia Energy Cooperation until 2050. Electricity. Progress report July 2011. EU-Russia Energy Dialogue, (http://ec.europa.eu/energy/international/russia/doc/20110729_eu_russia_roadmap_2050_report.pdf). Ultimo accesso 10.01.2015.
- Giambona, F. and Vassallo, E. (2013), Composite Indicator of Financial Development in a Benefit-of-Doubt Approach. *Economic Notes*, 42: 171–202. doi: 10.1111/j.1468-0300.2013.12005.x
- Giambona, F. and Vassallo, E. (2014), Composite Indicator of Social Inclusion for European Countries. *Social Indicators Research*, 116:1, pp 269-293.
- Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund – GEEREF. Available at www.geeref.com. Last access on 10.09.2014.
- Gourvenec, S., Stanimirova, I., Saby, C.A., Airiau, C.Y., Massart, D.L., (2005). Monitoring batch processes with the STATIS approach. *Journal of Chemistry*, 19:288–300.
- Gruppa, H., Schubert, T. (2010). Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance. *Research Policy*, 39 (2010), pp 67–78.
- GSE – Gestore Servizi Elettrici. Rapporto Attività, 2013, (<http://www.gse.it/it/Dati%20e%20Bilanci/Rapporti%20delle%20attivit%C3%A0/Pages/default.aspx>), ultimo accesso 20.12.2014.
- Gudmundsson, L., Lena, M., Tallaksen, L.M., Stahl, K., (2011). Spatial cross-correlation patterns of European low, mean and high flows. *Hydrological Processes*, 25:1034–1045.
- Guebel, D.V., Canovas, M., Torres, N., (2009). Model Identification in presence of incomplete information by generalized principal component analysis: application to the common and differential responses of *Escherichia coli* to multiple pulse perturbation in continuous high-biomass density culture. *BiotechnolBioeng*, 104:785–795.
- Halkos, G.E., Tzeremes, N.G., (2009). Exploring the effect of countries’ economic prosperity on their biodiversity performance. MPR Paper, 32102, University Library of Munich, Germany.
- Halkos, G.E., Tzeremes, N.G., (2009). Exploring the existence of Kuznets curve in countries’ environmental efficiency using DEA window analysis. *Ecological Economic*, 68, 2168-2176.
- Hartman, T.E., Storbeck, J.E., (1996). Input congestion in loan operations. *International Journal of Production Economics*, 6–47, 413–421.
- IAEA (2005). Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. In collaboration with: International Atomic Energy Agency, United Nations Department of Economic and Social Affairs, International Energy Agency, EUROSTAT and European Environment Agency, (http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222_web.pdf). Ultimo accesso 28.11.2014.
- International Energy Agency Co-Operative Programme on Photovoltaic Power Systems, 2012. National Survey Report of PV Power Applications in The Netherlands 2011, prepared by Ecofys Netherlands BV. Kherif, F., Poline, J-P.,
- ISTAT – Demo Istat – Popolazione residente (2008/2013), (<http://demo.istat.it/>). Ultimo accesso 20.11.2014.
- ISTAT. Occupati livello regionale (2008/2013), (http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCCV_OCCUPATIT). Ultimo accesso 20.11.2014.
- ISTAT. Popolazione 15 anni e oltre per titolo di studio (2008/2013), (http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCCV_POPTIT). Ultimo accesso 20.11.2014.
- Kitzing, L, Mitchell, C, Morthorst, PE (2012). Renewable energy policies in Europe: Converging or diverging?. *Energy Policy*, 2012; 51: 192-201.

- Jansen, J.C., Uyterlinde, M.A., (2004). A fragmented market on the way to harmonisation? EU policy-making on renewable energy promotion. *Energy for Sustainable Development*, 8(1), p 93-107, [http://dx.doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60394-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60394-4).
- Jovanovic, M., Turanjanin, V., Bakic, V., Pezo, M., Vucicevic, B. (2011). Sustainability estimation of energy system options that use gas and renewable resources for domestic hot water production. *Energy*, 36 (2011), pp. 2169-2175.
- Kaiser, H.F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- Klessmann Corinna, (2009). The evolution of flexibility mechanisms for achieving European renewable energy targets 2020 — ex-ante evaluation of the principle mechanisms, *Energy Policy*, Volume 37, Issue 11, November 2009, Pages 4966-4979, ISSN 0301-4215, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.065>.
- L'Hermier des Plantes, H, (1976). Structuration des Tableaux à Trois Indices de la Statistique, Thèse de troisième cycle. Université de Montpellier, 1976.
- Lianos, I., and Kokkoris, I., (2009). *The Reform of EC Competition Law. New Challenges*. Published by Kluwer Law International. ISBN 978-90-411-2692-4. The Netherlands, p. 524-525.
- Lilliestam, J., Ellenbeck, S., (2011). Energy security and renewable electricity trade - will Desertec make Europe vulnerable to the energy weapon? *Energy Policy* 39,3380–3391.
- Löschel, A, Moslener, U., Dirk Rübbecke, T.G. (2010). Indicators of energy security in industrialised countries. *Energy Policy*, 38:4, April 2010, pp 1665-1671.
- Lucarelli, C., Matteo Mazziotta, Valentina Talucci, Paola, Ungaro. Composite Index for Measuring Italian Regions' Environmental Quality Over Time. Joint METMAVII and GRASPA 14 Workshop, University of Torino, September 10, 2014 – September 12, 2014.
- Meriaux, S., Benali, H., Flandin, G., Brett, M., (2003). Group analysis in functional neuroimaging: selecting subjects using similarity measures. *NeuroImage*, 20:2197–2208.
- Marguerite Fund. The 2020 European Fund for Energy, Climate Change and Infrastructure. Available at www.margueritefund.eu. Last access on 10.09.2014.
- Massoli, P., Mazziotta, M., Pareto, A., Rinaldelli, C., (2013b). Metodologie di sintesi sperimentali per i domini del BES. XXXIV Conferenza Italiana di Scienze Regionali (AISRE), Agosto 2013.
- Massoli, P., Mazziotta, M., Pareto, A., Rinaldelli, C. (2013a). La misura del BES una sperimentazione per l'aggregazione degli indicatori dell'istruzione e della formazione. Primo Convegno Nazionale dell'AIQUAV, luglio 2013.
- Mazziotta C., Mazziotta M., Pareto A., Vidoli F. (2010), La sintesi di indicatori territoriali di dotazione infrastrutturale: metodi di costruzione e procedure di ponderazione a confronto. *Rivista di Economia e Statistica del Territorio*, 1: 7-33.
- Mazziotta M., Pareto A. (2007), Un indicatore sintetico di dotazione infrastrutturale: il metodo delle penalità per coefficiente di variazione, in: *Lo sviluppo regionale dell'Unione Europea – Obiettivi, strategie, politiche*. Atti della XXVIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali, AISRE, Bolzano.
- Mazziotta M., Pareto A. (2011a). Nuove misure del benessere: dal quadro teorico alla sintesi degli indicatori. *SisMagazine*, Rivista online della SIS (Società Italiana di Statistica) http://old.sisstatistica.org/magazine/spip.php?article194&var_recherche=mazziotta
- Mazziotta M., Pareto A. (2011b), Un indice sintetico non compensativo per la misura della dotazione infrastrutturale: un'applicazione in ambito sanitario. *Rivista di Statistica Ufficiale*, 1/2011: 63-79.
- Mazziotta, C., Mazziotta, M., Pareto, A., Vidoli, F. (2008). La costruzione di un indicatore sintetico di dotazione infrastrutturale: metodi e applicazioni a confronto, in: *Conoscenza, sviluppo umano e territorio*. Atti della XXIX Conferenza Italiana di Scienze Regionali, AISRE, Bari.

- Mazziotta, M., Pareto, A. (2013). A Non-compensatory Composite Index for Measuring Well-being over Time. *Cogito. Multidisciplinary Research Journal*, Vol. V, 4.
- Meyners, M., Kunert, J., Qannari, E.M., (2000). Comparing generalized Procrustes analysis and STATIS. *Food Quality Prefer*, 11:77–83.
- Moldan, Bedrich, Suzanne Billharz and Robyn Matravers (eds), 1997. *Sustainability Indicators: A Report on the Project on Indicators of Sustainable Development*. Scientific Committee on Problems of the Environment, SCOPE 58. John Wiley & Sons, Chichester. 415 p.
- Moosavian, S.M., Rahim, N.A., Selvaraj, J., Solangi, K.H., (2013). Energy policy to promote photovoltaic generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25(2013)44–58, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.030>.
- Muhammad-Sukki, F., Ramirez-Iniguez, R., Munir, A.B., Mohd Yasin, S.H., Siti Hawa Abu-Bakar, McMeekin, S.G., Stewart, B. G. (2013). Revised feed-in tariff for solar photovoltaic in the United Kingdom: A cloudy future ahead?, *Energy Policy*, Volume 52, January 2013, pp 832-838.
- Mundo-Hernández, J., de Celis Alonso, B., Hernández-Álvarez, J., de Celis-Carrillo, B., (2014). An overview of solar photovoltaic energy in Mexico and Germany, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 31, March 2014, Pages 639-649, ISSN 1364-0321, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.029>.
- New Entrants' Reserve – NER 300. Available at www.ner300.com. Last access on 10.09.2014.
- Niang, N., Fogliatto, F., Saporta, G., (2009). Contrôle multivarié de procédés par lots à l'aide de Statis, Proceedings of the 41th “Journées de Statistique”, SFDS, Bordeaux (France).
- OECD (2008). Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and user guide, (<http://www.oecd.org/std/42495745.pdf>). Ultimo accesso 18.12.2014. OCED in collaboration with Econometrics and Applied Statistics Unit of the Joint Research Centre (JRC) of the European Commission in Ispra, Italy.
- OECD (2012). OECD System of composite leading indicators, (<http://www.oecd.org/std/41629509.pdf>). Ultimo accesso 18.12.2014)
- Pacinelli, A. (2008). Metodi per la convergenza delle opinion. Dal Delphi al Syncon. In *Metodi per la ricerca sociale partecipata*. FrancoAngeli, Milano.
- Palumbo, L. (2013). European Framework for Measuring Progress (E-Frame): Proceedings of the Expert Meeting on Social Capital. A post-GDP critique of the Europe 2020 strategy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 72 (2013), pp . 47 – 63
- Qannari, E.M., Wakeling, I., MacFie, JH., (1995). A hierarchy of models for analyzing sensory data. *Food Quality Prefer*, 6:309–314.
- Regulation (EC) No 663/2009 of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 establishing a programme to aid economic recovery by granting Community financial assistance to projects in the field of energy. OJ L 200/31. of 31.7.2009.
- Regulation 1291/2013/EC of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013 establishing Horizon 2020 - the Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020) and repealing Decision No 1982/2006/EC. OJ L 347/104 of 20.12.2013.
- RES LEGAL, Legal sources on renewable energy, available at <http://www.res-legal.eu/>, accessed on 20/07/2013.
- Resolution of 17 June 1998 of the European Parliament on the Communication from the Commission: Energy for the Future: Renewable Sources of Energy – White Paper for a Community Strategy and Action Plan (A4-0199/98) 5.
- Rizzi, A., Vichi, M., (1995). Representation, Synthesis, variability and data preprocessing of a three-way data set. *Computational Statistics & Data Analysis*, 19 203-222.
- Rogge, N. (2012). Undesirable specialization in the construction of composite policy indicators: The environmental performance index. *Ecological Indicators*, 23143-154.

- Rowlands Ian H., (2005). The European directive on renewable electricity: conflicts and compromises. *Viewpoint. Energy Policy* 33 (2005) 965–974. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.019>
- Saisana, M., Tarantola, S. (2002). State of the art report on current methodologies and practices for composite indicator development. European Commission, Joint Research Centre, IPSC, Italy.
- Saltelli, A. (2007). Composite indicators between analysis and advocacy. *Social Indicators Research*, 81:65-77.
- Scepi, G., (2002). Parametric and non parametric multivariate quality control charts. In: Lauro C, Antoch J, Esposito Vinzi V, Saporta G, eds. *Multivariate Total Quality Control*. Berlin: Physica-Verlag;163–189.
- SEC(2011). Commission Staff Working Document, Energy infrastructure investment needs and financing requirements, 6.6.2011, 755,p. 2.
- Serrano Cinca, C., Mar Molinero, C., 2004. Selecting DEA Specifications and Ranking Units Via PCA. *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 55, No. 5, pp. 521-528, doi: 10. 1057/palgrave.jors.2601705.
- SETIS Magazine March 2013. RUSTEC – the DESERTEC of the north – to help EU reach 2020 targets. - *Wind Power*, n.1, pp 18-19.
- Sheinbaum-Pardo, C. Ruiz-Mendoza, J. Rodriguez-Padilla V. (2012). Mexican energy policy and sustainability indicators. *Energy Policy*, 46:2012, pp 278-283.
- Shinkareva, S.V., Mason, R.A., Malave, V.L., Wang, W., Mitchell, T.M., (2008). Using fMRI brain activation to identify cognitive states associated with perception of tools and dwellings. *PLoS ONE*, 3:e1394. doi:10.1371/journal.pone.0001394.
- Singh, R. K., Murty, H.R., Gupta, S.K., Dikshit, A.K. (2009). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*, 15:1, April 2012, pp. 281-299.
- Solangi, K.H., Islam, M.R., Saidur, R., Rahim, N.A., Fayaz, H., (2011). A review on global solar energy policy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2149–2163, doi:10.1016/j.rser.2011.01.007.
- Sovacool n, B. K. (2012). The methodological challenges of creating a comprehensive energy security index. *Energy Policy* 48:8 (2012) pp 835–840.
- Sovacool, B.K., Mukherjee, I. (2011). Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach. *Energy* 36: 8, August 2011, pp 5343–5355.
- Sovacool, B.K., Mukherjee, I., Drupady, I. M., D’Agostin, A. L. (2011). Evaluating energy security performance from 1990 to 2010 for eighteen countries. *Energy*, 36:10, October 2011, pp. 5846-5853.
- Stanimirova, I., Walczak, B., Massart, D.L., Simeonovc, V., Sabyd, C.A., di Crescenzo, E., (2004). STATIS, a three-way method for data analysis: application to environmental data. *ChemIntell Lab Syst*, 73:219–233.
- Streimikiene, D. (2007). Monitoring of energy supply sustainability in the Baltic Sea region. *Energy Policy* 35, 2007, pp 1658–1674.
- Streimikiene, D., Ciegis, R., Grundey, D. (2007). Energy indicators for sustainable development in Baltic States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11: 5, June 2007, pp 877–893.
- Sueyoshi, T., Goto, M. (2014). Photovoltaic power stations in Germany and the United States: A comparative study by data envelopment analysis, *Energy Economics*, Volume 42, March 2014, Pages 271-288, ISSN 0140-9883, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2014.01.004>.
- Terna – (2008) “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia”, (<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=brNvEzUg7aE%3d&tabid=418&mid=2501>). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2008) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Produzione, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=TcMd7OzyEjU%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2008) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Elettricità nelle regioni, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=sVo4yZZc3Cg%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2008). “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Consumi, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=o2TW%2fTIBCDI%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2009) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Rete Elettrica, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=%2fjWCMI1ds30%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2009) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Produzione, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=25ifpzRj0LI%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2009) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Elettricità nelle regioni, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=3KbXyPzuKYw%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2009). “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Consumi, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=wiWWluAMTOc%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2010) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Rete Elettrica, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=XfuzppLSdB%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2010) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Produzione, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=68ZI9snVJNA%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2010) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Elettricità nelle regioni, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=Th%2fHJtpkmo8%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2010). “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Consumi, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=naLL9GBOR1o%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2011) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Rete Elettrica, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=d%2bOuKnYSt6c%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2011) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Produzione, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=68ZI9snVJNA%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2011) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Elettricità nelle regioni, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=ImcbTJOYuhg%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

Terna (2011). “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Consumi, (http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=EQt4eaMf7MM%3d&tabid=418&mid=2501). Ultimo accesso 10.07.2014.

- Terna (2012) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Rete Elettrica, (<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=WTd21Z%2f118%3d&tabid=418&mid=2501>). Ultimo accesso 10.07.2014.
- Terna (2012) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Produzione, (<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=68ZI9snVJNA%3d&tabid=418&mid=2501>). Ultimo accesso 10.07.2014.
- Terna (2012) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Elettricità nelle regioni, (<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=YT3%2f59yzF%2bg%3d&tabid=418&mid=2501>). Ultimo accesso 10.07.2014.
- Terna (2012). “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Consumi, (<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=WTd21Z%2f118%3d&tabid=418&mid=2501>). Ultimo accesso 10.07.2014.
- Terna (2013) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Rete Elettrica, (<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=zrY9HJFeFng%3d&tabid=418&mid=2501>). Ultimo accesso 10.07.2014.
- Terna (2013) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Produzione, (<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=EhuoPsMXv1s%3d&tabid=418&mid=2501>). Ultimo accesso 10.07.2014.
- Terna (2013) – “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Elettricità nelle regioni, (<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=SX%2beE5clOK8%3d&tabid=418&mid=2501>). Ultimo accesso 10.07.2014.
- Terna (2013). “Dati statistici sull’energia elettrica in Italia” – Consumi, (<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=yhnrBbn0gVU%3d&tabid=418&mid=2501>). Ultimo accesso 10.07.2014.
- TFEU. Consolidated Version of the Treaty on the Functioning of the European Union. OJ C 326/47 of 26.10.2012.
- Thioulouse, J., (2011). Simultaneous analysis of a sequence of paired ecological tables: a comparison of several methods. *Ann Appl Stat.*
- Thioulouse, J., Simier, M., Chessel, D., (2004). Simultaneous analysis of a sequence of paired ecological tables. *Ecology*, 85:272–283.
- Tobin J., (1958). Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. *Econometrica (The Econometric Society)*, 26 (1): 24–36, doi:10.2307/1907382.
- Transparency International. Technical Methodology Note, Corruption Perceptions Index 2013, (http://www.transparency.org/cpi2013/in_detail). Ultimo accesso 20.12.2014.
- Tulkens, H., Vanden Eeckaut, P., (1995). Non-Parametric Efficiency, Progress and Regress Measures for Panel Data: Methodological Aspects. *European Journal of Operational Research*, 80, 474–499.
- Ueda, T., Hoshiai, Y. (1997). “Application of Component Analysis for Parsimonious Summarization of DEA Inputs and/or Outputs.” *J Oper Res Soc JPN* 40(4): 466-478 DEC.
- UNDP. United Nations Development Programme. Human Development Index (HDI), (<http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>). Ultimo accesso 20.12.2014.
- Vera, I., Langlois, L. (2007). Energy indicators for sustainable development. *Energy*, 32: 6, June 2007, pp 875–882.
- Webb, R., (2003). Levels of Efficiency in UK Retails Banks: A DEA Window Analysis. *International Journal of Economics and Business*, 10(3), 305-322.
- Westholm Erik, Beland Lindahl Karin, (2012). The Nordic welfare model providing energy transition? A political geography approach to the EU RES directive, *Energy Policy*, Volume 50, November 2012, Pages 328-335, ISSN 0301-4215, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.07.027>.

Wooldridge, J. M., (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England.

Yao, L., Chang, Y (2014). Energy security in China: A quantitative analysis and policy implications. *Energy Policy* 67, pp 595–604.

Yue, P., (1992). Data Envelope Analysis and Commercial Bank Performance: A Primer with Applications to Missouri Banks. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, pp. 31-45.

Zhou, P., Ang, B.W., Poh, K.L. (2007). A mathematical programming approach to constructing composite indicators. *Ecological Economics*, 62: 2, 20 April 2007, pp 291-297.

Zhou, P., Ang, B.W., Poh, K.L. (2007). A mathematical programming approach to constructing composite indicators. *Ecological Economics*, Volume 62, Issue 2, 20 April 2007, Pages 291-297.