



Dipartimento

Cattedra: Energy Economics

Impresa e Management

ENERGIE RINNOVABILI: STORIA E ANALISI NEL CONTESTO ITALIANO E INTERNAZIONALE

RELATORE:

Prof. Carlo Andrea Bollino

CANDIDATO:

Claudio Lombardini

Matr. 185291

ANNO ACCADEMICO: 2015-2016

INDICE

INTRODUZIONE	5
1.1 Analisi delle diverse forme di energia dopo la seconda rivoluzione industriale	7
1.2 Svantaggi delle risorse non rinnovabili	13
1.3 Necessità di energie rinnovabili	19
CAPITOLO II: ANALISI DELLE DIVERSE FONTI DI ENERGIE RINNOVABILI: VANTAGGI E SVANTAGGI	25
2.1 Levelised Cost Of Electricity	25
2.2 ENERGIA EOLICA	28
2.3 ENERGIA SOLARE, PANNELLI FOTOVOLTAICI.....	34
2.4 ENERGIA RINNOVABILE DA BIOMASSA.....	36
2.5 ENERGIA GEOTERMICA.....	39
2.6 ENERGIA IDROELETTRICA.....	42
2.7 CONCLUSIONE	46
CAPITOLO III: ENEL GREEN POWER: ANALISI GRUPPO.....	47
3.1 Enel Green Power, storia del gruppo	47
3.2 Analisi Swot	48
3.3 DIVISIONE DELLA CAPACITA' INSTALLATA NEL MONDO	49
3.4 IL CAPITALE SOCIALE	50
3.5 ORGANI SOCIALI E ASSETTO DEI POTERI	50
3.6 DATI OPERATIVI	52
3.7 DATI ECONOMICI:.....	53
3.8 RICAVI TOTALI	54
3.9 COSTI TOTALI	55
3.10 CAPITALE UMANO.....	56
3.11 PIANO INDUSTRIALE.....	56
3.12 NUOVI IMPIANTI IN COSTRUZIONE.....	57
CONCLUSIONE	58

INDICE TABELLE E GRAFICI.....	61
BIBLIOGRAFIA	63
SITOGRAFIA	64

INTRODUZIONE

La parola energia deriva dal greco *energheia* , forza in atto.

Perché sviluppare una tesi sull'energia rinnovabile?

Perché qualsiasi persona che riflette è preoccupata per il suo futuro. Immaginare un mondo senza fonti che danno energia alternativa, non inquinante, sarebbe un avvenire impossibile.

Ed ecco che gli scienziati di tutto il mondo stanno cercando soluzioni naturali e inesauribili, andando alla ricerca di sostanze o fenomeni in grado di far scaturire una liberazione di energia.

Nella tesi sarà analizzata proprio la potenziale e futuribile forza in atto:

- nel primo capitolo è evidenziato lo sviluppo delle diverse fonti energetiche nel corso della storia, dalla forza umana e animale fino ad arrivare ai più complessi meccanismi di trivellazione del petrolio o allo sfruttamento della luce solare attraverso l'effetto fotoelettrico in seguito alla possibilità di alcuni semiconduttori di creare energia elettrica. Sono analizzati gli svantaggi delle fonti non rinnovabili e soprattutto per quanto tempo ancora queste saranno fruibili con un focus specifico sul petrolio. Infine, una chiara spiegazione del perché si parli tanto della necessità del rinnovabile con un occhio di riguardo al nostro Paese.
- nel secondo capitolo l'analisi degli aspetti positivi e negativi delle diverse fonti energetiche rinnovabili (eolica, solare, geotermica, da biomassa e idroelettrica). Dopo aver esposto il 'Levelised Cost Of Electricity', parametro fondamentale per analizzare i ritorni economici di un impianto, sono state analizzate singolarmente le diverse fonti di energia sopra citate con un'analisi numerica riguardante soprattutto i costi di impianto e le zone del mondo dove le diverse fonti sono maggiormente sfruttate.

- nel terzo capitolo, è analizzata l'attualità con Enel Green Power, uno dei principali esempi nel settore del rinnovabile. Le parole Enel, acronimo di Ente nazionale per l'energia elettrica, e Green Power rendono lo scopo e l'attenzione già nel nome a cui siamo assuefatti a forza di sentirlo: l'energia del potere verde. Ovvero trarre energia dalla natura, nell'intento di farlo senza controindicazioni. Il gruppo EGP è uno dei leader mondiali nell'energia rinnovabile ed è stato analizzato l'ultimo resoconto aziendale per cogliere i dati operativi e economici, effettuata un'analisi SWOT e analizzata internamente la composizione di un gruppo così grande e quotato in borsa.

Dopo l'avvento di internet che ha mutato e stravolto gli ultimi decenni, il grande cambiamento epocale è dettato dalla ricerca di fonti rinnovabili di energie diverse e illimitate.

Questa tesi si pone come obiettivo di rispondere ai quesiti che qualsiasi giovane persona, e non solo, dovrebbe porsi.

1.1 Analisi delle diverse forme di energia dopo la seconda rivoluzione industriale

Le fonti di energia hanno avuto nella storia un forte sviluppo dettato dalla necessità di miglioramento.

Nella preistoria, fino quasi ad arrivare alla seconda rivoluzione industriale, le fonti di energia utilizzabili dall'uomo sono state la forza umana e quella animale per produrre lavoro e la combustione di legno o, più in generale, biomassa, per produrre calore.

Fra il XIX e XX secolo, l'industrializzazione si impone come via necessaria e imprescindibile per lo sviluppo economico dei diversi stati. Lo straordinario numero di scoperte, invenzioni e innovazioni che avvengono dietro la spinta degli enormi sviluppi della scienza e della tecnica.

Il rinnovamento tecnologico investe tutti i settori produttivi, ma gli sviluppi più interessanti riguardano il settore chimico, elettromeccanico e della metallurgia siderurgica. Dopo il 1870, benché carbone e ferro rimangano prodotti fondamentali, inizia l'età dell'acciaio, della chimica, dell'elettricità e del petrolio. L'elettricità è una forma di distribuzione dell'energia prodotta da altre fonti come il vapore o l'acqua. È al centro della ricerca scientifica e ha un'eccezionale e veloce influenza sulle altre industrie. Solo dagli anni Ottanta dell'Ottocento, grazie ai contributi di numerosi scienziati e tecnici, diviene possibile immagazzinarla, trasmetterla a grandi distanze, distribuirla e utilizzarla per illuminare -la lampadina a filamento incandescente di Edison è del 1879- per riscaldare, per la locomozione, per costruire nuove macchine e una gran varietà di elementi. Prodotta in quantità nelle grandi centrali (termoelettriche a vapore e poi idroelettriche) costruite negli ultimi decenni del secolo XIX, l'elettricità sviluppa profondi processi di trasformazione nell'industria e nella vita quotidiana. Dagli studi sull'elettricità nascono ad esempio il fonografo, il telegrafo senza fili, la radio, il cinematografo.

L'avvento del petrolio costituisce un cambio radicale perché, fino ad allora e ancora a lungo, il carbone sarà il combustibile più utilizzato. Bisogna arrivare ai primi del '900 affinché il petrolio copra il 90% del combustibile necessario. L'attenzione sul petrolio come energia destinata a terminare è arrivata con le crisi energetiche del 1973 e del 1979: è sorta la necessità di scorte economicamente sfruttabili.

Tra il 1973 e il 2004 il consumo di energia è sorprendentemente raddoppiato dopo una crescita diluita lungo tutto il secolo. Un'impennata tale crea dei problemi come, per esempio, l'effetto serra o lo smaltimento delle scorie, argomento molto sentito da anni che vede difficoltà di soluzione. Altro scoglio è l'approvvigionamento energetico che si trasforma anche in un'importante questione geopolitica; i fattori principali sono la disponibilità di risorse, il costo della fonte in relazione alle richieste e alle necessità del governo di riferimento, oltre all'affidabilità delle centrali di produzione di energia con la conseguente protezione dell'ambiente.

Ecco un quadro generale dei diversi tipi di energia attraverso delle classificazioni schematiche.

- Petrolio,
 - carbone,
 - gas naturale,
 - legna da ardere o biomasse,
 - combustibili nucleari,
 - energia idroelettrica,
 - energia eolica,
 - energia geotermica
 - solare
- costituiscono le energie naturali o primarie.

Le fonti secondarie non sono presenti in natura, ma sono un prodotto di trasformazione, cioè un derivato da fonti primarie:

- ✓ energia
- ✓ elettrica idrogeno.

Altra classificazione avviene riguardo alle fonti esauribili o non rinnovabili che sono costose e dannose per l'ambiente producendo gas serra o scorie radioattive. Sono le più utilizzate perché producono grande quantità di energia con impianti collaudati e poco complessi.

Sono fonti di energia non rinnovabile i combustibili fossili:

- carbone
- petrolio
- gas naturali
- elementi usati per la produzione di energia nucleare, quali l'uranio ed il plutonio.

L'energia non rinnovabile costituisce delle riserve che si esauriscono. Tutto ciò porta a studi di settore in quanto la preoccupazione è palese: calcolando le riserve, rispetto al consumo attuale di energia e al trend di crescita, diventa evidente in futuro la crescita del loro prezzo sul mercato.

Di seguito una tabella che riporta la stima delle riserve delle energie non rinnovabili in Gtoe, tonnellata equivalente di petrolio, da confrontarsi col consumo energetico attuale, 11 Gtoe nel 2004 e in rapida crescita.

Tabella n.1¹

Rielaborazione personale sui dati forniti da 'La dimensione energetica dello sviluppo sostenibile' di Deborah Pennestri,

Riserve mondiali di energie non rinnovabili (in Gtoe = 1000 Mtoe) ^[7]	accertate	stimate
Carbone 36% Europa; 30% Asia; 30% Nord America	700	3400
Petrolio 65% Medio Oriente; 10% Europa; 10% Centro e Sud America; 5% Nord America	150	300 (+500 non convenzionale)
Gas naturale 40% Europa; 35% Medio Oriente; 8% Asia; 5% Nord America	150	400
Uranio (²³⁵ U reattori termici) 25% Asia; 20% Australia; 20% Nord America (Canada); 18% Africa (Niger)	60	250
Uranio (²³⁸ U reattori veloci)	3500	15000
Deuterio	--	5×10^{11} *

¹ Tabella n.1 Rielaborazione personale sui dati forniti da 'La dimensione energetica dello sviluppo sostenibile' di Deborah Pennestri,

Litio terrestre	--	21000 *
Litio (acqua marina)	--	4×10^8 *

Considerando, ad esempio, il caso del petrolio consumato per un 34% delle 11 Gtoe totali nel 2004, ovvero 3,8 Gtoe all'anno, e prendendo in considerazione le sole riserve petrolifere accertate di 150 Gtoe, risulterebbe che, anche presupponendo un consumo di petrolio costante rispetto al valore del 2004, resterebbero a disposizione solamente non più di 40 anni prima dell'esaurimento completo delle riserve petrolifere. Un dato realmente allarmante.

- Per fonti primarie, non esauribili o rinnovabili, si intendono forme di energia che si rigenerano in tempi brevi se confrontati con i tempi della storia dell'uomo. Grazie alla loro capacità di rigenerarsi, molte risorse energetiche rinnovabili sono considerate 'inesauribili', nel senso che si rigenerano almeno alla stessa velocità con cui vengono consumate oppure non sono "esauribili" nella scala dei tempi di "ere geologiche". Fanno eccezione alcune risorse energetiche che pur essendo rinnovabili sono esauribili; ad esempio le foreste sono considerate rinnovabili ma possono esaurirsi a causa di un eccessivo sfruttamento di tali risorse da parte dell'uomo, come la foresta amazzonica.

Altro aspetto da analizzare sono le fonti rinnovabili di tipo energetico ai fini giuridici:

- Fonte eolica
- La fonte solare (fotovoltaica e termica)
- La fonte geotermica
- Il moto ondoso
- La fonte maremotrice
- La fonte idraulica

- Le biomasse
- I gas di discarica e i biogas

Nel prossimo capitolo saranno analizzati i pro e i contro di tali fonti.

È utile sottolineare che, per ogni fonte energetica, è importante considerare tre aspetti, che tra l'altro sono quelli che guidano la scelta di una strategia di approvvigionamento energetico:

- ✓ disponibilità
- ✓ costi
- ✓ protezione dell'ambiente.

Tra l'altro queste sono anche le linee guida per le scelte politiche di approvvigionamento energetico.

1.2 Svantaggi delle risorse non rinnovabili

Nel paragrafo precedente sono state introdotte le diverse fonti di energia.

Ora saranno analizzati, per sommi capi, gli svantaggi che caratterizzano le fonti di energie non rinnovabili, in particolar modo gli svantaggi del petrolio, maggiore fonte di questa categoria.

I giacimenti superficiali di petrolio nel lontano passato furono utilizzati per scopi marginali come il calafataggio delle barche o l'impermeabilizzazione dei tessuti.

Dal XVI secolo col distillato di petrolio greggio dei giacimenti superficiali gli uomini ottenevano lubrificanti e prodotti medicinali.

Il reale ed efficace utilizzo del petrolio ebbe inizio nel XIX secolo. Il progresso pretendeva maggiori ore di luce artificiale per poter leggere o lavorare anche col buio; la richiesta di un combustibile economico aumentò notevolmente: la rivoluzione industriale creò una palpabile accelerazione, puntando sulla necessità intrinseca di un cambio radicale, anche se non velocissimo, come la storia insegna in tutti i cambiamenti epocali. La domanda era pressante.

Al tempo della rivoluzione industriale i combustibili a disposizione non erano più sufficienti e creavano problemi:

- l'olio di balena, molto costoso
- le candele di sego che sprigionavano un odore sgradevole
- mentre i becchi a gas erano utilizzati solo da pochi abbienti nelle abitazioni più moderne delle città.

La svolta avvenne con la ricerca di un combustibile poco costoso per le lampade. La necessità portò al miglioramento dei metodi per produrre e commercializzare sostanze capaci di soddisfare le necessità della popolazione.

La grande svolta avvenne nel 1852 con la ricerca di un combustibile poco costoso per le lampade, studiato e brevettato dal geologo canadese Abraham Gessner.

La necessità portò al miglioramento dei metodi per produrre e commercializzare sostanze capaci di soddisfare le necessità della popolazione. Il nuovo prodotto verrà chiamato prima petrolio illuminante, poi kerosene (dal greco *keròs*, cera). Si tratta di una ² miscela di idrocarburi ottenuta dalla distillazione del greggio di petrolio come frazione intermedia tra la benzina e il gasolio. Un tempo aveva lo scopo di illuminare, adesso è usato come combustibile da riscaldamento o come carburante per i trattori.

La geniale invenzione portò a un ulteriore sviluppo grazie al chimico statunitense e docente universitario di Yale Benjamin Silliman jr. che calcolò la vasta gamma di prodotti utili che potevano essere ricavati dalla distillazione del petrolio.

/1885

Chi scoprì di possedere un giacimento di petrolio era improvvisamente un uomo ricco. La storia e la filmografia lo testimoniano.

L'evento più eclatante nel mondo, nonostante esistessero già dei giacimenti di petrolio in Germania, fu la trivellazione di un pozzo a Oil Creek, in Pennsylvania, per opera del colonnello Edwin Drake.

² Enciclopedia Universale Treccani, 2015

Paradossalmente il giacimento trovato era poco profondo, 21 metri, ma il petrolio era di tipo paraffinico, molto fluido e facile da distillare. Da questa trivellazione inizia la moderna epoca petrolifera. Grazie, si fa per dire, all'industria bellica e al nuovo metodo di combustione dettato dal fabbisogno energetico, il petrolio interpretò l'era industriale moderna dettata a studiosi e scienziati che ne compresero le potenzialità.

Uno degli aspetti negativi e poco vantaggiosi dell'approvvigionamento petrolifero è la dislocazione geografica:

³Il paese al mondo con le maggiori riserve petrolifere è il Venezuela, con 296,5 miliardi di barili di petrolio (ovvero il 18% del totale mondiale), dopo che fra il 2007 ed il 2010 sono stati scoperti i giacimenti di petrolio non convenzionale della cintura dell'Orinoco (pari a 220 miliardi di barili, ovvero il 74% del totale delle riserve petrolifere del paese sudamericano).

Al secondo posto c'è l'Arabia Saudita, con riserve petrolifere accertate pari a 265 miliardi di barili, seguita dal Canada, con 175,2 miliardi di barili di petrolio (di cui 169,2 miliardi di barili provengono dalle sabbie bituminose, scoperte nel 1999), l'Iran, con 151,2 miliardi di barili di petrolio e l'Iraq, con 143,1 miliardi di barili di petrolio.

³ <https://economyafinita.com/2013/09/01/dove-si-trova-il-petrolio-ecco-la-lista-dei-primi-15-paesi-per-riserve-accertate/>

Tabella n.2⁴ rielaborazione personale sui dati forniti da 'Statistical Review of World Energy'
Giugno 2013

N°	Paese	Milioni di barili (bbl)	% sul totale	Vita media residua
1	Venezuela	296.500	17,9%	ND
2	Arabia Saudita	265.500	16,1%	61,8
3	 Canada	175.200	10,6%	ND
4	 Iran	151.200	9,1%	93,1
5	 Iraq	143.100	9,1%	ND
6	 Kuwait	101.500	6,1%	94,6
7	 Emirati Arabi Uniti	97.800	5,9%	78,7
8	 Russia	88.200	5,3%	21,5
9	 Libia	47.100	2,9%	ND
10	 Nigeria	37.200	2,3%	39,0
11	 Stati Uniti	30.900	1,9%	9,5

⁴ Tabella n.2 rielaborazione personale sui dati forniti da 'Statistical Review of World Energy'
Giugno 2013

12	 Kazakistan	30.000	1,8%	42,2
13	 Qatar	24.700	1,5%	34,8
14	 Brasile	15.100	0,9%	14,6
15	Cina	14.700	0,9%	7,5
16	 Angola	13.500	0,8%	18,6
17	 Algeria	12.200	0,7%	16,7
18	 Messico	11.400	0,7%	8,1
19	 Azerbaigian	7.000	0,4%	18,9
20	 Norvegia	6.900	0,4%	6,4
	Resto del mondo	81.200	6,1%	*
	Totale	1.652.600	100%	51,8
46	 Italia	1.400	0,1%	31,9

Forse nella società moderna tale distribuzione disomogenea ha portato, come principale svantaggio, la triste conseguenza di una corsa agli armamenti da parte delle

diverse potenze mondiali, al fine di un approvvigionamento soddisfacente di petrolio al bisogno interno dei vari stati e all'eventuale vendita, in modo da creare un indotto di ricchezza speculativo.

Le moderne guerre del petrolio nascono nei primi anni Settanta, ma in realtà anche prima: il petrolio era diventato una delle cause principali di conflitti, in quanto risorsa primaria delle moderne economie. Le guerre per le risorse hanno via via sostituito, nel secolo passato, le guerre territoriali di impostazione napoleonica.

Il controllo del petrolio, non solo del territorio, è diventato la causa scatenante.

Il 5 % della popolazione mondiale appartenente ai paesi definiti ricchi, consuma quasi il 30 % del petrolio prodotto.

Ancora ai giorni nostri, dopo più di un secolo, la necessità di petrolio delle maggiori economie occidentali ha, tra le sue conseguenze, il diktat di controllare la produzione di greggio ad ogni costo, con ovvie e ineluttabili conseguenze, salvo il fatto che non vengano ancora create risorse sufficienti per soppiantare tale necessità monopolizzante.

Anche scontri chiaramente territoriali come quello israelo-palestinese, si caricano di altri significati e valenze nel momento in cui una delle due parti è appoggiata da quel mondo arabo, maggior produttore mondiale di greggio.

Secondo molti osservatori e buona parte dell'opinione pubblica, sottrarsi alla dipendenza delle economie mondiali dal petrolio potrebbe rivelarsi la chiave giusta per disinnescare molte delle tensioni che generano conflitti.

Un altro svantaggio scaturito dalla produzione e dalla lavorazione del petrolio è l'aspetto ambientale. Il petrolio rappresenta un problema per l'ambiente e per la nostra salute, poiché è considerato direttamente o indirettamente responsabile dell'inquinamento del nostro pianeta. Non è facile stimare la quantità di idrocarburi dispersa ogni anno in mare, tuttavia le stime delle perdite sembra che si aggirino su una media di 4 milioni di tonnellate l'anno per tutto il pianeta e di 600.000 tonnellate solo nel Mediterraneo.

Ulteriore svantaggio, non da poco, è la dipendenza che può crearsi nei confronti di quei paesi che hanno nel loro sottosuolo il petrolio e la conseguente forza di aumentarne il prezzo o decidere di bloccarne le vendite creando scompensi nel mondo intero.

1.3 Necessità di energie rinnovabili

‘Solo se la nostra generazione ritiene di essere l’unica padrona e beneficiaria delle risorse energetiche esauribili del pianeta, può continuare su questa strada. Se invece ritiene di avere una responsabilità verso le future generazioni deve riconoscere che è giunto il momento di cambiare strada.’⁵

Da tempo gli studiosi analizzano il grande problema delle fonti rinnovabili. Prima di tutto dipende dalle risorse economiche a disposizione.

Ma perché si tratta di una necessità?

Nuovi modelli di consumo, soprattutto nei paesi asiatici, hanno portato alla necessità di focalizzare la ricerca sulle energie fossili. Dato che non vi sono certezze sul lungo periodo e difficoltà sul breve, occorre creare un’alternativa a causa della variabilità del costo del greggio, dell’instabilità politica dei Paesi in oggetto

e, infine, dello scarto tra i tipi di petrolio che vengono richiesti dal mercato e quelli realmente prodotti dagli stabilimenti petroliferi.

Tra le diverse ipotesi di alternative nel breve e medio periodo, la più percorribile è quella delle energie rinnovabili.

Cambiare passando dalle energie non rinnovabili, come i combustibili fossili, alle fonti rinnovabili non deve essere percepito come un salto nel vuoto. Da sempre le generazioni hanno compiuto dei cambiamenti, a volte del tutto innovativi e drastici, per adattarsi alle nuove esigenze della società moderna. Anche nel campo energetico, come accennato con brevi richiami storici, si è passati dalla legna al carbone, dal carbone al petrolio che piano piano per

⁵ Vincenzo Balzani, “Energia per l’astronave terra”, ed. Zanichelli. 2011

necessità e per convenienza sta aprendo la strada alle energie rinnovabili. Non sempre questi passaggi sono stati resi possibili perché le materie prime in questione stavano esaurendosi drasticamente. Ad esempio, quando c'è stato il passaggio tra carbone e greggio, non è avvenuto perché il carbone si stava esaurendo del tutto, ma perché si erano aperte migliori soluzioni dal punto di vista tecnologico e, soprattutto, dal punto di vista economico.

La decisione di intraprendere gli studi sulle energie rinnovabili non riguarda solamente un fattore ambientale, per la protezione, come la maggioranza della popolazione mondiale crede, ma è forse la sola decisione strategica per garantire un futuro alle generazioni del domani.

Anche in Italia è grande la necessità di trovare un'energia alternativa: siamo uno dei paesi occidentali che, pur essendo tra i più sviluppati dal punto di vista economico, si trova in una difficile condizione di vulnerabilità e di insufficienza in campo energetico. Le risorse presenti nel suolo italiano stanno terminando, così da costringere l'Italia a una forte dipendenza geopolitica da paesi esteri. Il petrolio è in esaurimento e i giacimenti di gas naturale stanno terminando, costringendo il governo italiano a importare da altri Paesi.

Purtroppo il nostro Paese spicca nelle classifiche mondiali come uno dei massimi importatori di energia a livello mondiale:

7° importatore netto di petrolio (con 65 milioni di tonnellate nel 2013)

3° importatore netto di gas naturale (con 56 miliardi di metri cubi, dati provvisori 2014)

2° importatore netto di energia elettrica (con 42 TWh nel 2013, ha perso il primato ed è stata superata dagli Usa che ha importato 59 TWh, principalmente dal Canada).⁶

Risultiamo, inoltre, primi tra i paesi OCSE nel 2014 anche per quanto riguarda il costo dell'energia elettrica per l'industria (con un valore, che sembra però esagerato, di 327,78 \$/MWh), al secondo posto ma staccato di molto, il Giappone (188,12 \$/MWh).

Analizzando l'indice RECAI (Renewable Energy Country Attractiveness Index), l'importanza dell'energia rinnovabile sta esponenzialmente crescendo in tutto il mondo, con una incredibile eccezione fatta dall'Europa dove riscontriamo nella classifica mondiale solo la Germania, in quinta posizione, e la Francia, in ottava posizione. Per trovare l'Italia bisogna arrivare fino al ventiseiesimo posto, dato sconvolgente riflettendo che l'Italia era quinta fino a 4 anni fa!

Il 2015 è stato un anno da record in cui sono stati investiti 329 miliardi, più del 26% rispetto all'anno precedente.

‘Ciò che è veramente straordinario di questi risultati è che sono stati raggiunti nel momento in cui i prezzi dei combustibili fossili erano ai minimi storici e che le fonti rinnovabili sono rimaste in svantaggio significativo, in termini di sussidi governativi alle fossili’.⁷

Analizzando gli investimenti da parte dei differenti paesi 3 punti sono da evidenziare:

⁶ Dati forniti da www.assoelettrica.it

⁷ Citazione di Christine Lins, Segretario esecutivo di REN21, 2014

- ✓ L'Asia è indiscutibilmente sul podio per quanto riguarda gli investimenti con il 55%.
- ✓ L'Africa, che nel 2008 non compariva quasi nella classifica mondiale, sta avendo un forte incremento negli investimenti che nel 2015 ha addirittura decuplicato.
- ✓ L'Europa (figura 1), come detto in precedenza, ha perso totalmente la funzione di leader che aveva in campo energetico negli anni passati e la quota degli investimenti europei dal 2008 ad oggi si è quasi dimezzata. Si tratta di un calo da 90 a 64 miliardi l'anno, e questi investimenti sono per la maggior parte coperti da solo tre paesi: Germania, Francia, Regno Unito.

Ulteriore dato su cui vorrei focalizzare l'attenzione è che, attraverso lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, si attui un proporzionale aumento dei posti di lavoro con almeno 8,1 milioni di impiegati che lavorano nel settore del rinnovabile.

Più in dettaglio, per l'Italia abbiamo 50,3 gigawatt di potenza installata per fare elettricità; un terzo è costituito da centrali idroelettriche (il 90% c'era già prima del 2008), un terzo di solare, un terzo suddiviso fra eolico, biomasse e geotermia.

⁸ Sono valori di eccellenza a livello mondiale, ma sono il risultato del passato perché, rispetto al 2014, lo scorso anno abbiamo registrato un calo produttivo del 9,6%.

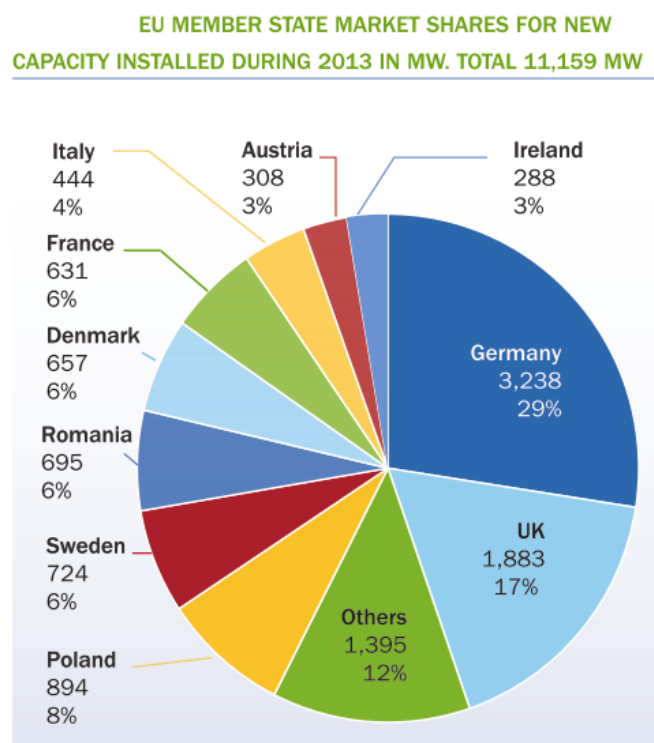
L'andamento preoccupante è confermato dai dati dei primi quattro mesi del 2016 che indicano un ulteriore calo del 6,5% della produzione di energia da fonti rinnovabili; calo determinato da una diminuzione del 12,3% della produzione da idrico e da una flessione

del 13,7% della produzione da fotovoltaico, mitigata dalla produzione da eolico, in salita del 10,3%. Per il solare si tratta della prima flessione di produzione,

⁸ dati forniti da Mario Agostinelli, giornalista de "Il fatto quotidiano".

sinora era sempre stato in crescita e ciò deve risultare un palese campanello di allarme.⁹

Grafico n.1¹⁰ EWEA wind Energy annual statistics 2013



Il governo, sensibilizzato sulla necessità di un radicale cambiamento nel mondo del settore energetico, mette a disposizione incentivi che dovrebbero rendere le energie rinnovabili economicamente competitive. Far in modo che l'energia elettrica generata da fonti rinnovabili possa essere prodotta con sufficienti margini fra costi e prezzi di mercato, è possibile con diverse ipotesi.

- ✓ Fornendo contributi pubblici che portino a una sostanziale riduzione dei costi.

¹⁰ Grafico n.1: EWEA wind Energy annual statistics 2013

- ✓ Stimando che l'energia elettrica da fonti rinnovabile possa creare la produzione di sottoprodotti autonomamente valorizzabili per creare nuovi guadagni e far crescere i ricavi dell'impianto stesso.
- ✓ Ulteriore incentivo potrebbe essere quello di aumentare il costo di energia prodotta da elementi non rinnovabili.¹¹

Attualmente, in Italia, tutti gli impianti alimentati da fonti rinnovabili sono dotati dalla priorità di dispacciamento che, oltre ad avere una funzione di politica ene+

rgetica (evita che gli impianti smettano di produrre energia perché non scelti dal mercato), ha un ulteriore funzione di evitare ai produttori da fonti rinnovabili il rischio commerciale di invenduto.

¹¹ Matteo Falcione, 'Diritto all'economia', Barbera editore, 2008

CAPITOLO II: ANALISI DELLE DIVERSE FONTI DI ENERGIE RINNOVABILI: VANTAGGI E SVANTAGGI

2.1 Levelised Cost Of Electricity

Attraverso un'analisi partita dalla seconda rivoluzione industriale fino ad arrivare ai giorni nostri, nel capitolo precedente è stato analizzato lo sviluppo in campo energetico e la necessità di trovare una valida alternativa ai combustibili fossili.

In questo capitolo, invece, saranno analizzate dettagliatamente le diverse tipi di energia rinnovabile, focalizzando l'attenzione sui vantaggi e gli svantaggi economici che queste possono portare.

Parametro fondamentale per compiere tale analisi è il LCOE “levelised cost of electricity”. Definito dalla IEA (International Energy Agency) ‘uno strumento molto agevole per confrontare i costi unitari di diverse tecnologie di generazione elettrica lungo il loro intero ciclo di vita economica o in un lasso di tempo determinato’¹².

Potremmo affermare che il tasso di attualizzazione che viene adoperato nel calcolo del LCOE riporta il ritorno sul capitale investito quando è presente una condizione priva di specifici rischi di mercato o di tecnologia.

¹² definizione fornita dalla IEA www.ieabioenergy.com

Nella tabella proposta in seguito, è presente il LCOE delle differenti energie sia riguardo ai combustibili fossili che alle energie rinnovabili. Dalla tabella si può evincere come ci siano

dei notevoli dislivelli per le differenti economie che vengono misurate in cent€/kWh con un diverso peso attribuito ai principali costi che vanno a formare il LCOE.

Tabella n.3¹³ dati forniti dal sito ufficiale ENEA (<http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>)

Tecnologia	Tasso di sconto 5%				Tasso di sconto 10%			
	LCOE	Percentuale su LCOE (%)			LCOE	Percentuale su LCOE (%)		
	cent€/kWh	Capital	O&M	Carbon	cent€/kWh	Capital	O&M	Carbon
Eolico (onshore)	2,6 - 13,1	75	25	0	2,6 - 18,9	82	18	0
Eolico (offshore)	8,2 - 15,2	71	29	0	11,8 - 21,1	79	21	0

¹³ Tabella n.3 dati forniti dal sito ufficiale ENEA (<http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>)

Solare termale	11,0 - 17,1	83	17	0	16,3 - 26,1	96	4	0
Solare fotovoltaico	9,9 - 50,6	90	10	0	15,1 - 75,5	93	7	0
Nuclear e	2,3 - 6,6	57	26	17	3,4 - 11,0	73	16	11
Carbone (PCC)	2,4 - 7,2	31	17	52	2,8 - 11,0	46	15	39
Carbone (USC)	2,4 - 6,6	37	13	50	5,6 - 8,2	54	10	36
Carbone (IGCC)	4,9 - 7,5	48	14	38	7,2 - 11,4	63	10	27
Gas (CCGT)	2,9 - 8,5	15	7	78	3,1 - 9,6	22	5	73
Fuel cells	14,6	34	27	39	17,2	44	23	33
Biomassa e	4,3 - 10,5	46	18	36	6,5 - 12,5	57	15	28

2.2 ENERGIA EOLICA

L'energia eolica è una delle più importanti fonti energetiche rinnovabili. Sfrutta l'energia cinetica dei venti di solito dai 10 ai 120 metri da terra, grazie all'utilizzo di aerogeneratori o meglio conosciuti come pale eoliche, generalmente formate da 3 pale al cui interno è posto un generatore di energia.

Esistono diversi tipi di pale eoliche

1. Piccola taglia $p < 100$ kw $d < 20$ m
2. Media-taglia 100 kw $< p < 1.000$ kw 20 m $< d < 50$ m
3. Grande taglia $p > 1.000$ kw $d > 50$ m ¹⁴

I paesi in cui lo sviluppo di tale varietà di energia alternativa sono la Germania, la Spagna e la Danimarca che detengono le migliori tecnologie presenti sul mercato per la costruzione di aerogeneratori più efficienti .

Nell'Unione Europea è presente una capacità complessiva di energia proveniente dallo sfruttamento dell'energia cinetica dei venti pari circa a 57 GW, corrispondenti al 61% dell'intera capacità mondiale. Anche Stati Uniti e Cina in questi ultimi anni stanno investendo ingenti somme in questo settore anche se vi è una grande disparità rispetto al fabbisogno interno¹⁵.

Tabella n.4

¹⁴ dati forniti da: <http://www.smeaenergie.it/gli-aerogeneratori.html>

¹⁵ fonte: European Wind Energy Association (EWEA) via Matteo Falcione 'Diritto all'energia'

rielaborazione personale dati forniti da Enea (<http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>)

1 - Potenza eolica installata nel mondo suddivisa per area geografica¹⁶

Zona geografica	(MW)	ripartizione
Africa/Medio Oriente	1.079	0,55
Asia	61.087	31,00
<i>di cui: Cina</i>	44.733	22,70
<i>India</i>	13.065	6,63
Europa	86.279	43,79
<i>di cui: Germania</i>	27.214	13,81
<i>Spagna</i>	20.676	10,49
<i>Italia</i>	5.797	2,94
America del Nord	44.189	22,43
<i>di cui: Usa</i>	40.180	20,39
America Latina	2.008	1,02
Oceania	2.397	1,22
<i>TOTALE</i>	197.039	100,00

¹⁶ tabella n.4 Dati forniti da Enea (<http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>)

Il settore dell'energia eolica ha avuto un evidente progresso tecnologico che ha portato a un sostanziale abbassamento dei costi.

La fonte eolica è fondamentalmente dipendente dalla locazione geografica: devono essere impiantate le infrastrutture che presentano reali limiti per quanto riguarda la disponibilità di siti.

Secondo l'ANEV (Associazione Nazionale Energia del Vento): *“Il valore di una qualsiasi centrale per la produzione di energia elettrica dipende essenzialmente dalla sua efficienza: per una centrale eolica dipende invece soprattutto dal vento del sito di installazione: una velocità media inferiore del 10% comporta una minore produzione di energia per almeno il 20%. La corretta misurazione del vento è importante anche per definire il layout dell'impianto e un buon layout può consentire di minimizzare le perdite e ottimizzare la producibilità ed aumentare la vita degli impianti”*¹⁷.

A causa delle forti proteste che hanno segnato, soprattutto nel periodo iniziale, lo sviluppo di tale energia alternativa definita “inquinamento visivo”, un progetto di un parco eolico deve essere accompagnato da un atto di impegno di ripristino del sito con relativo piano ambientale e, inoltre, devono essere fornite informazioni e piani di sensibilizzazione per la condivisione del progetto con le popolazioni e le autorità locali¹⁸.

Per ridurre l'impatto visivo e l'inquinamento del paesaggio, l'impianto non deve costituire interferenze con il contesto e, per quanto sia possibile, deve arricchirlo di un nuovo elemento culturale antropologico¹⁹.

¹⁷ dichiarazione Ufficiale ANEV (associazione che riunisce i principali proprietari di parchi eolici) www.anev.org

¹⁸ testo del Protocollo (www.legambiente.eu)

¹⁹ energia eolica, Fonti rinnovabili e risparmio energetico, di Matteo Falcione

Per comprendere i costi devono essere analizzati tre principali elementi:

investimento / manutenzione ordinaria / assicurazioni .

Analizzando un impianto di seconda taglia che produce 150kW (Tabella n.5)²⁰ vedremo

Investimento	325,000€
Manutenzione ordinaria	42€/67 €/kW
Costo di assicurazione	975€a

I costi d' investimento rappresentano il costo più elevato e con incidenza maggiore all'interno di talerisorsa.

Con la Tabella n.6²¹ vengono rappresentati dettagliatamente i costi di produzione dei singoli elementi di un impianto eolico.

Tabella n.6 dati forniti da ENEA (<http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>)

²⁰ Tabella n.5 dati forniti dal rapporto commissionato da AEEG al politecnico di Milano – dipartimento di energia

²¹ Tabella n.6 dati forniti da ENEA (<http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>)

	INVESTIMENTO (E1000/MW)	Percentuale sull'investimento
TURBINA	928	75,6
FONDAZIONI	80	6,5
ISTALLAZIONE ELETRRICHE	18	1,5
CONNESSIONE ALLA RETE	109	8,9
SISTEMA DI CONTROLLO	4	0,3
SPESE DI CONSULENZA	15	1,2
COSTO DEL TERRENO	48	3,9
COSTI FINANZIARI	15	1,2
COLLEGAMENTO VIARIO	11	0,9
TOTALE	1228	100

Per analizzare i costi è stata utilizzata un' ulteriore tabella che riporta il costo in cent€/kWh ²²

²³ Tabella n.7 rielaborazione dati “COSTI DI PRODUZIONE DI ENERGIAELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI” Rapporto commissionato da AEEG al politecnico di Milano – dipartimento di energia

²² = v. nota precedente

²³ Tabella n.7 rielaborazione dati “COSTI DI PRODUZIONE DI ENERGIAELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI” Rapporto commissionato da AEEG al politecnico di Milano – dipartimento di energia

CENT €/kWh	Energie Rinnovabili Eolico
Costo industriale dell'elettricità prodotta	5,50
Costo delle emissioni di CO2	-
Costo delle altre esternalità ambientali negative	0,08
di cui il costo di tutela della salute umana	0,05
COSTO TOTALE	5,58

Di grande rilievo e vantaggio risultano l'assenza totale dei costi dovuti alle emissioni di anidride carbonica, elemento che porta a ingenti incentivi da parte dei singoli stati per la riduzione di CO2.

2.3 ENERGIA SOLARE, PANNELLI FOTOVOLTAICI

L'energia solare, meglio chiamata e conosciuta come energia fotovoltaica, sfrutta il calore creato dalla luce del sole per generare energia elettrica. Ciò avviene grazie a due processi distinti:

- 1) Un processo di conversione fotovoltaica tramite l'effetto fotoelettrico in seguito alla possibilità di alcuni semiconduttori di creare energia elettrica dal momento in cui sono esposti alla radiazioni della luce.
- 2) Un processo solare termico, dove, a differenza del primo, si cerca di incanalare e concentrare tutte le radiazioni provenienti dal sole in un fluido termovettore che ha la capacità di trattenere, per poi trasferirlo, ad una turbina termoelettrica che genera energia.

Il GSE (gestore dei servizi energetici) dichiara che *“Entrambe le tipologie d'impianto utilizzano il sole come fonte energetica, catturandone le radiazioni attraverso superfici captanti: mentre i moduli fotovoltaici trasformano direttamente la radiazione solare in energia elettrica, i pannelli solari termici utilizzano l'energia termica del sole per riscaldare l'acqua da utilizzare per uso igienico sanitario o per il riscaldamento degli ambienti”*²⁴

Sempre analizzando i dati del GSE in Italia, la costruzione di un impianto da 1 kW di potenza permette di creare la seguente quantità di energia:

²⁴ Citazione tratta da GSE S. www.gse.it/energia/fotovoltaico/Pages/default.aspx

tabella n.8²⁵ rielaborazione personale dati dati www.gse.it/eolico anno 2015

AREA GEOGRAFICA

POTENZA GENERATA

ALL'ANNO

Regione settentrionale	1000-1100 kWh
Regione centrale	1200-1300 kWh
Regione meridionale	1.400-1500 kWh

COSTI

Se analizziamo i costi seguenti seguendo la stessa divisione che abbiamo effettuato analizzando l'energia eolica, per un impianto di piccole/medie dimensioni 20kW

COSTO DI INVESTIMENTO: compresi tra 4125 e 5550 €/kW

COSTO DI MANUTENZIONE: compreso fra 80 e 135 €/kW

COSTO DI ASSICURAZIONE: varia tra i 25 e i 35 €/kW ²⁶

tabella n.9²⁷ rielaborazione personale dati dati www.gse.it/eolico anno 2015

Per analizzare i costi utilizzeremo un'ulteriore tabella che riporta il costo in cent€/kWh

CENT €/kWh	Energie Rinnovabili fotovoltaico
Costo industriale dell'elettricità prodotta	14,00
Costo delle emissioni di CO2	-
Costo delle altre esternalità ambientali negative	0,70
di cui il costo di tutela della salute umana	0,55
COSTO TOTALE	14,75

²⁵ tabella n.8 rielaborazione dati www.gse.it anno 2015

²⁶ Rapporto commissionato da AEEG al politecnico di Milano – dipartimento di energia

²⁷ tabella n.9 v. nota precedente

2.4 ENERGIA RINNOVABILE DA BIOMASSA

Ulteriore fonte di energia rinnovabile in forte sviluppo negli ultimi anni è quella caratterizzata dalla combustione di biomasse: materiali organici creati attraverso i processi da trasformazione di acqua e anidride carbonica.

Esempi di biomasse:

legna, prodotti e sottoprodotti agricoli e forestali, residui di allevamento, coltivazione di girasole, colza, soia, palma d'olio, sorgo da fibra, cardo, discanto, canna comune e pioppo²⁸.

All'interno delle biomasse si trova un'altra suddivisione in sottocategorie:

- 3) Le biomasse propriamente dette che comprendono le sostanze solide. Principali esempi di tale categoria sono il legno, i residui legnosi e i residui vegetali.
- 4) I biogas che sono principalmente gas di fermentazione provenienti dall'industria agroalimentare.

Le biomasse hanno un ruolo di grande importanza per quanto riguarda l'ecosostenibilità, soprattutto come forma di energia rinnovabile che può essere considerata la più ecocompatibile: la combustione delle biomasse restituisce in atmosfera quell'anidride carbonica che il processo di formazione della biomassa aveva sottratto alla terra, così da creare un bilancio tra il processo di sequestrazione e remissione; questa tesi, però, non viene del tutto accettata in quanto alcuni esperti sostengono che i processi di combustione, considerati non puri, producono, oltre alla CO₂, altri gas serra come ossido di carbonio che, non essendo soggetti a fotosintesi, sono dannosi per l'atmosfera²⁹.

Nonostante quest'ultima tesi, l'energia rinnovabile viene incentivata anche dal Governo italiano.

'382. La produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati da biomasse e biogas derivanti da prodotti agricoli, di allevamento e forestali, ivi inclusi i sottoprodotti, ottenuti nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro ai sensi

²⁸ 'Le fonti di energie rinnovabili', Allinea editrice, 2007, Firenze

²⁹ Piglia A. 'Energie rinnovabili, un sogno nel cassetto?', ed. Fabiano 2008

*degli articoli 9 e 10 del decreto legislativo 27 maggio 2005, n. 102, oppure di filiere corte, cioè' ottenuti entro un raggio di 70 chilometri dall'impianto che li utilizza per produrre energia elettrica, autorizzata in data successiva al 31 dicembre 2007, e' incentivata con i meccanismi di cui ai successivi commi. Con le medesime modalità e' incentivata la sola quota di produzione di energia elettrica imputabile alle fonti energetiche di cui sopra, realizzata in impianti che impiegano anche altre fonti energetiche non rinnovabili.*³⁰

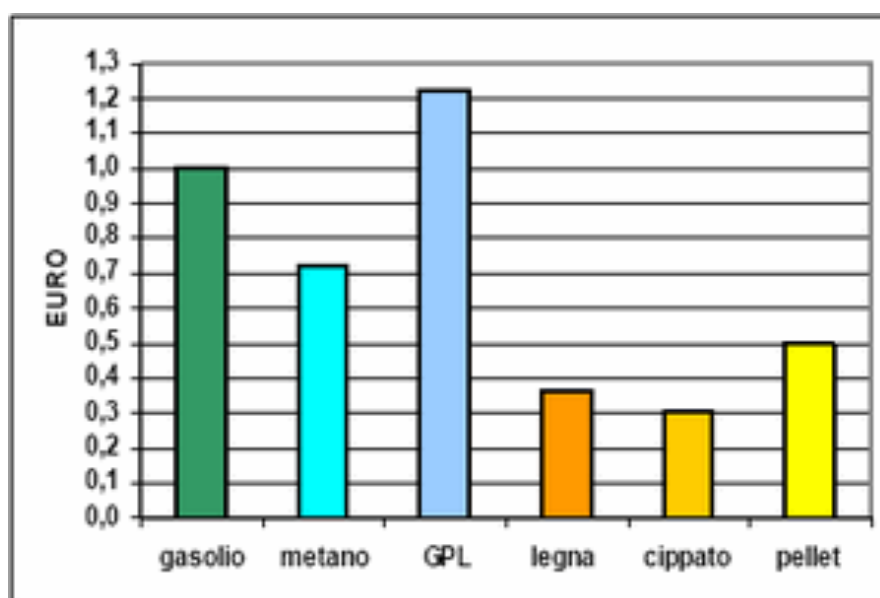
Come tutte le energie rinnovabili, anche lo sfruttamento di biomasse provoca problemi dal punto di vista ambientale e i principali rischi di questo settore sono:

- 1) rischio di deforestazione
- 2) rischio connesso all'utilizzo di fertilizzanti
- 3) rischio di sottrazione delle biomasse alla destinazione alimentare³¹

Numerosi sono i vantaggi economici che può portare la combustione di biomasse, come si può notare da questo confronto tra i costi dei combustibili fossili e le biomasse dal legno per litro di gasolio equivalente.

³⁰ <http://www.camera.it/parlam/leggi/07222l.htm> art 26 comma 4 bis legge n 222/2007

³¹ Bionergy and developing Countries Perspective, Randazzo M.



Come per la maggior parte delle energie rinnovabili, la principale fonte di spesa avviene per il costo di impianto, in questo caso il costo unitario diminuisce in base alla potenza termica che viene adoperata e, ovviamente, sarà più elevato per gli impianti che sono adoperato in misura minore.

tabella n.10³³ rielaborazione dati 'Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili' Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia

CENT €/kWh		Energie Rinnovabili biomassa
Costo industriale dell'elettricità prodotta		6,00
Costo delle emissioni di CO2		-
Costo delle altre esternalità ambientali negative		1,80

³² Grafico n.2 rielaborazione dati www.enea.it

³³ Tabella n.10 rielaborazione dati 'Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili' Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia

di cui il costo di tutela della salute umana	1,30
COSTO TOTALE	7,80

Analisi dei costi di un impianto di piccola media dimensione (100kW)

COSTO DI INVESTIMENTO: compresi tra 800,000€ e 900,000€

COSTO DI PERSONALE: 36000€ per ogni anno

COSTO DI MANUNTENZIONE: 0,020 €/kWh

COSTO DI ASSICURAZIONE: polizza assicurativa che varia tra i 2000€ e i 5000€

2.5 ENERGIA GEOTERMICA

L'energia geotermica sfrutta il calore della terra che può, o potrebbe, essere estratto dal suolo con meccanismi di trivellazione. Tale energia trae beneficio da fonti di calore che si trovano in alcune zone precise della crosta terrestre con un gradiente termico superiore all'aumento sotterraneo medio della temperatura ³⁴: 3° Celsius ogni 100 metri di profondità con la conseguenza che il calore cresce già a pochi chilometri di distanza dal suolo fino a raggiungere la temperatura di 200-300° Celsius. In queste condizioni vengono a formarsi situazioni ottimali per lo sfruttamento del calore con

³⁴ dati ricavati da M. Falcione, 'Diritto dell'energia', ed. Barbera 2008

L'utilizzo di trivellazioni tramite il quale si estrae il vapore dal terreno che poi è incanalato in una turbina a vapore. Lo sfruttamento del calore può avvenire in modo naturale senza l'utilizzo della trivellazione quando esiste la dispersione naturale dei fluidi, come ad esempio, con i geysers e i soffioni.

Come per tutti i differenti tipi di energia rinnovabile, anche quella geotermica comporta diversi rischi: la dispersione di gas serra e di altri gas considerati tossici. Soluzione migliore per ovviare a tali rischi, se possibile con le migliori tecnologie, è iniettare nuovamente i gas estratti e considerati nocivi nel giacimento geotermico.

L'Italia è il terzo Paese che sfrutta maggiormente questo tipo di rinnovabile: circa 800MW alimentati da fonte geo-termica, preceduta dagli Stati Uniti (2990MW) e le Filippine (1900MW) e seguita da Messico (760MW), Indonesia (600MW) e Giappone(550MW)³⁵.

I costi totali di questa energia sono la somma di diverse voci alle quali, successivamente, vanno aggiunti i costi per l'ottenimento di permessi e autorizzazioni. Per calcolare i costi totali e le singole voci da cui dipendono, saranno analizzati i costi operativi di un impianto a vapore con una potenza di 20MW.

Tabella n.11³⁶ rielaborazione personale dati numerici rielaborati da 'Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili' : Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia

³⁵ Mennea P. Energia Pulita, ed il Mulino 2003

³⁶ Tabella n.11 dati numerici rielaborati da 'Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili' : Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia

COSTO DI INVESTIMENTO*	4000€/kW
COSTO DEL PERSONALE	80000€ annuo per due addetti
COSTO DI MANUNTENZIONE ORDINARIA	50€/kW
COSTO DI MANUNTENZIONE STRAORDINARIA	Compreso tra il 2% e il 5% del costo di investimento
COSTO DI ASSICURAZIONE	160000 € annuo

*La voce costo di investimento, come per la maggior parte delle energie rinnovabili, ha grande influenza all'interno dei costi totali che possono essere divisi in

- costo di ricerca e individuazione
- costo di trivellazione
- costi delle eventuali pompe sommerse
- costi per l'attacco alla rete elettrica
- costi per il trattamento dei gas nocivi

2.6 ENERGIA IDROELETTRICA

Lo sfruttamento della potenza idroelettrica è uno dei metodi più antichi per produrre energia.

Il procedimento più comune per generare energia elettrica è l'utilizzo di turbine e generatori che sfruttano la potenza dell'acqua e questa dipende principalmente dal volume dell'acqua.

L'energia gravitazionale delle ingenti masse d'acqua subisce una trasformazione in energia elettrica passando da diverse forme di energia cinetica, nel percorso all'interno della turbina, di energia di pressione ed di energia meccanica.

La costruzione di un impianto idroelettrico comprende sostanziali opere civili e macchinari elettronici con notevoli costi iniziali.

Le opere civili necessarie sono:

- costruzione di una diga
- costruzione di un sistema di raccoglimento
- costruzione di una vasca da carico
- costruzione di un corpo centrale, generalmente un edifici
macchinari elettromeccanici:
- turbine idrauliche
- generatori di corrente
- quadri di controllo
- sistemi di sicurezza e regolazione

Generalmente esistono due differenti tipi di centrali idroelettriche:

- 1) ad acqua fluente se si trovano lungo i corsi dei fiumi e sfruttano la potenza di discesa dell'acqua , in questo caso la produzione di elettricità non può essere programmata

- 2) a bacino, negli impianti più sviluppati con un sistema di pompaggio, l'acqua raccolta in un bacino viene pompata a monte durante le ore notturne per un costo dell'energia minore. In questo caso la produzione di energia può essere programmata.

tabella n.12³⁷ rielaborazione personale dati forniti da www.ieabioenergy.com

PAESE PRODUTTORE	ENERGIA PRODOTTA (TWh)	QUOTA DELLA PRODUZIONE MONDIALE (%)
CINA	585	17,8
CANADA	383	11,5
BRASILE	370	11,2
STATI UNITI D'AMERICA	282	8,6
FEDERAZIONE RUSSA	167	5,1
NORVEGIA	141	4,3
INDIA	114	3,5
VENEZUELA	87	2,6
GIAPPONE	83	2,5
SVEZIA	69	2,1
ITALIA	42,9	1,3
RESTO DEL MONDO	1007	30,8
MONDO	3288	100

³⁷ Dati forniti da IEA www.ieabioenergy.com

Analizzando una ulteriore indagine effettuata dal World Energy Council (WEC), il pari potenziale mondiale energetico che potrebbe essere sfruttato attraverso lo sfruttamento dell'energia idroelettrica è pari a 16400 TWh all'anno, mentre in tutto il mondo viene utilizzato solo il 20% di questo enorme potenziale. L'Europa utilizza solo il 29% di tutto il suo potenziale, invece il nostro Paese ne adopera circa il 45%.³⁸

Come affermato in precedenza, nel caso delle centrali idroelettriche sono molto ingenti i costi di installazione e di impianto

Tabella n 13³⁹ rielaborazione dati 'Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili' Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia

CATEGORIA	POTENZA	UTILIZZO	INVESTIMENTO (M\$/mw)
PICCOLO	<10MW	Base	2-3
MEDIO	10-300MW	Base e Picco	2-4
GRANDE	>300 MW	Picco	<2

³⁸ Dati forniti da WEC Welding Engineering Center S.R.L www.wecsr.it

³⁹ Tabella n.13 rielaborazione dati 'Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili' Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia

Per analizzare i diversi costi che caratterizzano un impianto idroelettrico è stato scelto come esempio un impianto da 1000kW. Gli impianti possono andare da 50kW fino ad arrivare a 8000kw.

Tabella 14⁴⁰ rielaborazione personale dati forniti da www.ieabioenergy.com

COSTO DI INVESTIMENTO	4000000€
COSTO DI PERSONALE	19000€
COSTO DI MANUNTENZIONE	81000€
COSTO DI ASSICURAZIONE	9000€
COSTO DEI CANONI	56000€

⁴⁰ v. nota precedente

2.7 CONCLUSIONE

In conclusione di questo capitolo è riportata una tabella riepilogativa dei costi totali riguardo le tre principali fonti di energia rinnovabile - eolica, fotovoltaica e energia da biomasse - confrontate con carbone, gas e nucleare.

Tabella n.15 rielaborazione dati ENEA

⁴¹ Cent €/kWh)	Carbone	Gas	Nuclear e	Eolic o	Fotovoltaic o	Biomass e
Costo industriale dell'elettricità prodotta (a)	4,45	4,65	6,00	5,50	14,00	6,00
Costo delle emissioni di CO₂(b)	1,50	0,65	0,40	-	-	-
Costo delle altre esternalità ambientali negative (c)	1,40	0,75	0,17	0,08	0,70	1,80
di cui il costo di tutela della salute umana	1,20	0,60	0,13	0,05	0,55	1,30
Costo totale (a+b+c)	7,35	6,05	6,57	5,58	14,70	7,80

⁴¹ Tabella n.15 rielaborazione dati ENEA <http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>

CAPITOLO III: ENEL GREEN POWER: ANALISI GRUPPO

3.1 Enel Green Power, storia del gruppo

Nel 2008 nasce Enel Green Power, una società italiana quotata in borsa e leader nel settore dell'energia rinnovabile, con lo scopo di sviluppare e gestire l'energia ricavata da fonti naturali a livello mondiale. La forza del successo di tale società è la scarsa emissione di anidride carbonica in rapporto al volume di produzione dell'energia dal sole, dall'acqua, dalla geotermia e dal vento con una potenza di circa 32 miliardi di kWh nel 2014, quantità capace di ottemperare il fabbisogno energetico di più di 11 milioni di famiglie^[1].

Gli impianti Enel Green Power sono situati in Africa, in America, in Asia e soprattutto Europa. Diciassette Paesi ospitano gli impianti EGP, con una capacità di produzione installata in 740 diversi impianti in tutto il mondo e con una potenza pari a 10.000 MW rispecchiando un perfetto bilanciamento tra le diverse energie rinnovabili.

La maggior parte degli impianti di EGP si trova in Italia con una produzione che supera i 3100Mw. Questa capacità è divisa soprattutto tra geotermia, eolico e idroelettrico ma con una forte espansione dell'energia solare in forte crescita dal 2011 in poi. Di notevole rilievo è l'impianto geotermico situato in Toscana con 35 impianti, il più importante di questi a Lardello, che producono annualmente più di 5 miliardi di kWh. Di particolare rilievo è anche il campo eolico italiano, il più importante dei quali si trova ad Alta Nurra in Sardegna.

3.2 Analisi Swot

Attraverso matrice SWOT, analisi utilizzata per la pianificazione strategica, possiamo analizzareN punti di forza STRENGTHS, i punti di debolezza WEAKNESSES, le opportunità OPPORTUNITIES e le minacce THREATS.

STRENGTHS

- UTILIZZO DI TECNOLOGIE DI PRIMO TIPO
- ESTESA PRESENZA GEOGRAFICA
- NOTEVOLE ESPERIENZA E E FORTE KNOW HOW TECNOLOGICO
- ATTIVITA' IN FORTE SVILUPPO E IN CONTINUA CRESCITA
- BUONA GENERAZIONE DI CASSA

WEAKNESSES

- FORTE DIPENDENZA DALLE CONDIZIONI CLIMATICHE DAI QUALE DIPENDE L'OPERATIVITA' DEL GRUPPO
- ESPOSIZIONE AL CONTINUO CAMBIO PREZZO DELL'ENERGIA
- OPERAZIONE EFFETTUATE PREVELEMENTEMENTE A TASSO DI CAMBIO VARIABILE
- DIPENDENZA DALLE POLITICHE INCENTIVISTICHE DEI PAESI IN CUI SI TROVANO GLI IMPIANTI

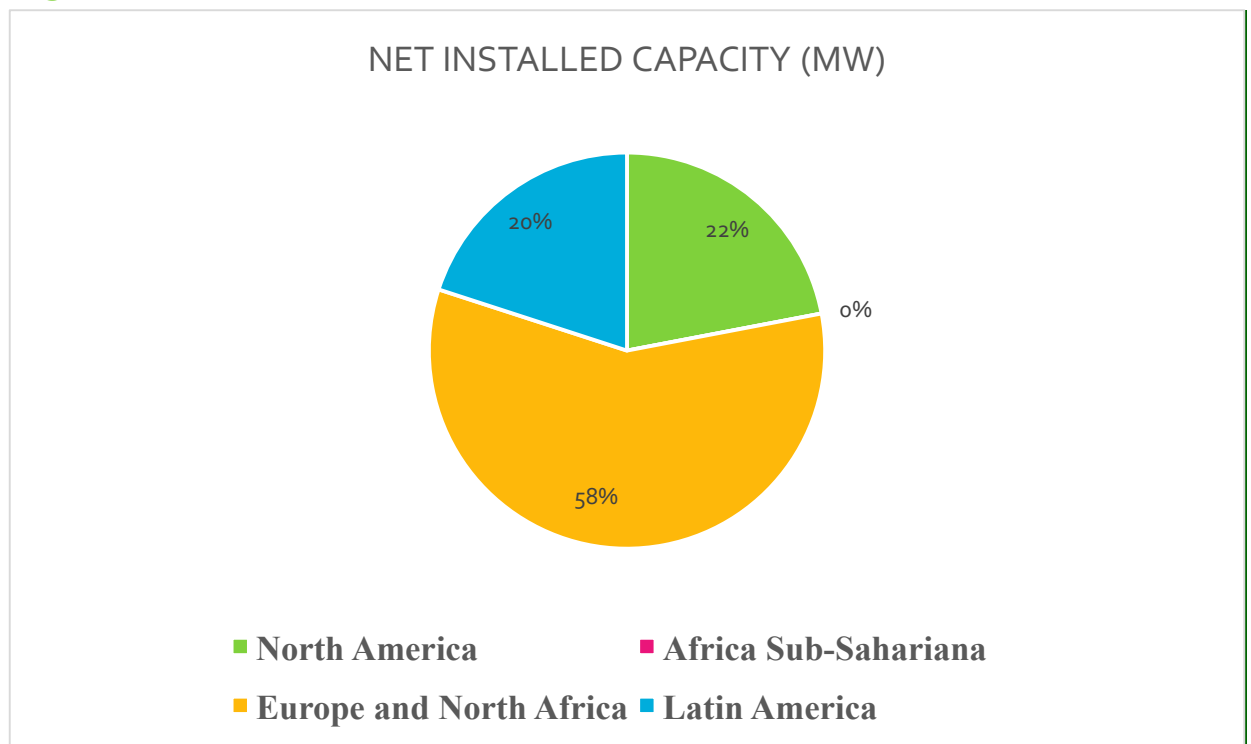
OPPORTUNITIES

- CREAZIONE DI UNA PIPELINE
- SVILUPPO IN ZONE MENO EVOLUTE
- CREAZIONE DI FORTE SINERGIE AZIENDALI, SOPRATTUTTO CON LA CAPO GRUPPO ENEL
- CONTINUO SVILUPPO NELLA RICERCA DI NUOVE TECNOLOGIE

THREATS

- CONTINUA VARIAZIONE DEI TASSI DI CAMBIO
- DIPENDENZA DAI PAESI IN CUI SI TROVANO GLI IMPIANTI
- FORTE CONCORRENZA
- BASSO COSTO DEL GAS NATURALE, VALIDA ALTERNATIVA AL RINNOVABILE

3.3 DIVISIONE DELLA CAPACITA' INSTALLATA NEL MONDO



⁴² Grafico n.3 rielaborazione personale dati Enel

⁴²Grafico n.3 rielaborazione dati Enel
https://www.enel.com/it-it/investors/stock_market/enel_green_power

3.4 IL CAPITALE SOCIALE

Il capitale sociale della società è unicamente formato da azioni ordinarie, e nominative che danno la possibilità agli azionisti di partecipare attivamente alla vita della società con la partecipazione sia nelle assemblee ordinarie che in quelle straordinarie. Attualmente, il capitale sociale di Enel Green Power S.p.A. è pari a 1.000.000.000 di euro, suddiviso in 5.000.000.000 di azioni ordinarie con un valore nominale di 0,20 euro ciascuna. Le azioni sono quotate nei mercati di Milano; Madrid, Barcellona, Bilbao, Valencia. Il gruppo Enel è proprietaria del 68,29% della quota totale del capitale di Enel Green Power.

3.5 ORGANI SOCIALI E ASSETTO DEI POTERI⁴³

ASSEMBLEA DEGLI AZIONISTI

L'insieme di tutti gli azionisti prende decisioni relative alla nomina del Consiglio di Amministrazione, del Collegio sindacale della società che deve svolgere le operazioni di controllo relative ai conti. Approva il bilancio di esercizio e prende decisioni riguardanti la distribuzione dei dividendi tra i diversi azionisti. L'assemblea straordinaria, invece, prende decisioni sui cambiamenti dello statuto sociale e decide, ogni qual volta ne sia richiesto, l'intervento da parte della legge.

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

Ricopre il ruolo principale all'interno della società, prende decisioni sia di carattere ordinario sia di carattere straordinario. Ha il compito di stabilire gli obiettivi strategici della società, approva e esamina il Piano industriale. Deve controllare le operazioni che monitorano l'andamento della società. L'attuale consiglio di

⁴³ Bilancio consolidato 2015 (https://www.enelgreenpower.com/it-it/Documents/media_investor/reports/2015/Relazione_Finanziaria_Annuale_2015.pdf)

amministrazione è in carica dal 24 Aprile del 2013 ed è formato da dieci consiglieri, di cui 7 sono uomini e 3 donne. Presidente: Alberto De paoli

Amministratore Delegato: Francesco Venturini

Consiglieri: Luca Anderlini, Carlo Angelici, Andrea Brentan, Giovanni Battista Lombardo, Giovanni Pietro Malagnino, Paola Muratorio, Ludovica Parodi Borgia, Francesca Romana Napolitano.

Il presidente del CDA ha la rappresentanza della Società e la firma legale, possiede per Statuto e per legge poteri che concernono il consiglio di amministrazione e il funzionamento dell'assemblea.

L'amministratore delegato, come il presidente, hanno la rappresentanza legale e la firma della società e hanno tutti i poteri riguardanti l'amministrazione della Società, eccetto quelli esclusi per legge, dallo Statuto o da particolari delibere del consiglio di amministrazione.

Il consiglio di amministrazione è composto da tre comitati:

- Comitato Controllo e Rischi (attività istruttoria)
- Comitato per le Nomine e le Remunerazioni (attività consultive)
- Comitato per le Parti Correlate (attività propositive)

COLLEGIO SINDACALE

Ha il compito di controllare e vigilare sul rispetto della legge e dello statuto della società, sulla correttezza della struttura organizzativa, sul controllo contabile e del sistema di controllo interno. Ruolo fondamentale sul processo dell'informazione per gli azionisti. Partecipa alle sedute dell'assemblea e del consiglio di amministrazione.

Presidente: Franco Fontana

Sindacii effettivi: Giuseppe Ascoli, Maria Rosaria Leccese

Sindaci supplenti: Anna Rosa Adiutori, Alessio Temperini, Pietro la China

SOCIETA' DI REVISIONE: dal 2011 al 2019 la revisione dei conti è attribuita alla società di revisione Reconta Ernst & Young.

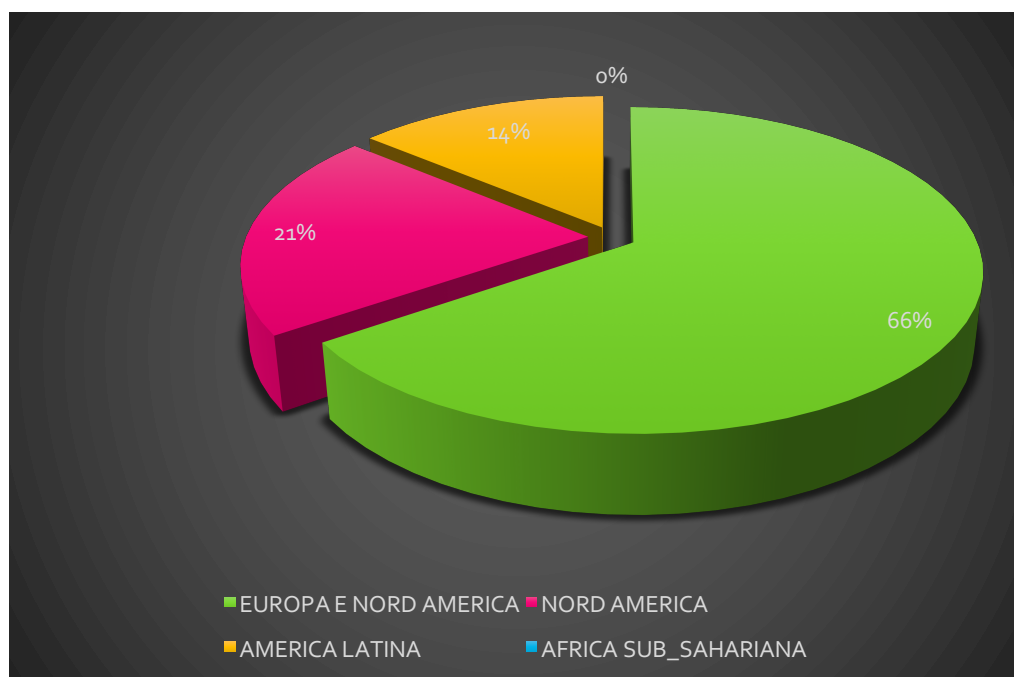
3.6 DATI OPERATIVI

tabella n.16⁴⁴ rielaborazione dati sul bilancio consolidato Enel 2015

	31/12/15	31/12/14	2014/2015
IDROELETTRICO	398	398	-
GEOTERMIA	37	37	-
EOLICA	206	205	1
SOLARE	66	90	(24)
BIOMASSA	6	5	1
TOTALE	713	735	(22)

PRODUZIONE DI ENERGIA (TWH)

Grafico n.4⁴⁵ rielaborazione dati sul bilancio consolidato Enel 2015



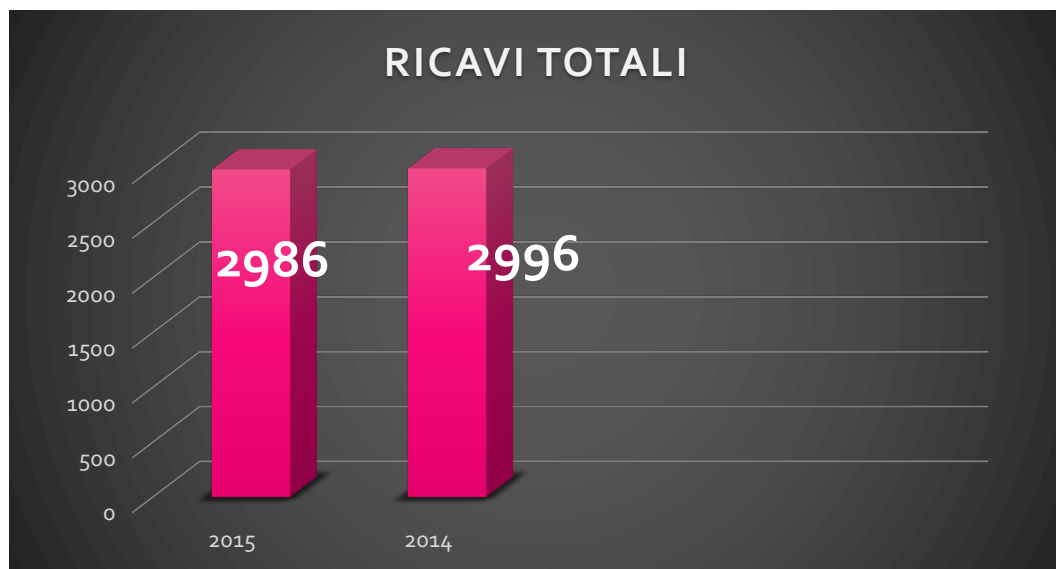
⁴⁴ tabella n. 16 rielaborazione dati sul bilancio consolidato Enel 2015

⁴⁵ Grafico n.4 rielaborazione dati sul bilancio consolidato Enel 2015

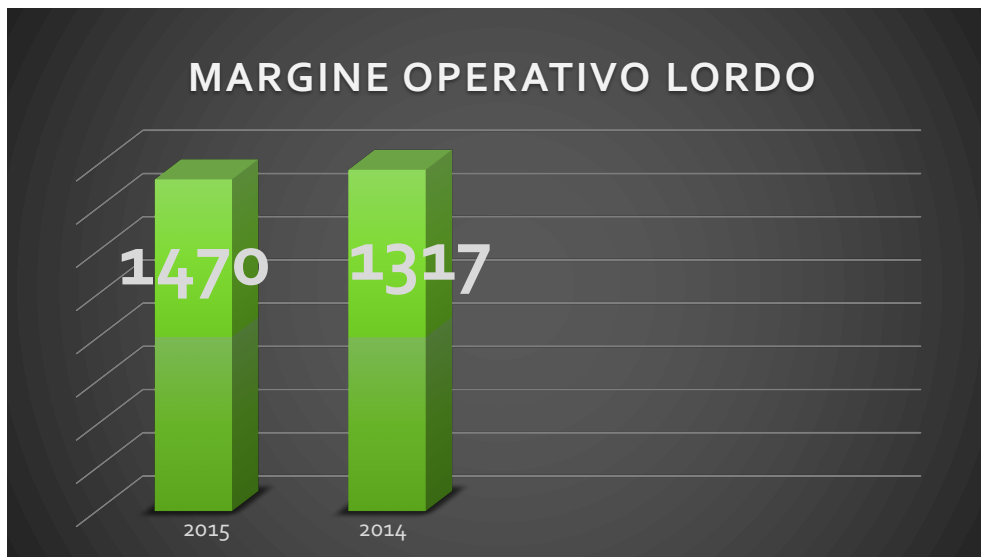
- Ha impressionante rilievo l'aumento della capacità energetica in America Latina con +52,3% rispetto al 2014
- incremento del 10,4% nel Nord America
- riduzione del -6,3% in Europa e Nord America dovute a causa del cambiamento delle condizioni di idraulicità in Italia

3.7 DATI ECONOMICI:

Grafico n.5 ⁴⁶ rielaborazione dati bilancio consolidato Enel Green Power 2015



⁴⁶ Grafico n.5 bilancio consolidato Enel Green Power 2015 (https://www.enelgreenpower.com/it-it/Documents/media_investor/reports/2015/Relazione_Finanziaria_Annuale_2015.pdf)



47

grafico n.6⁴⁸ rielaborazione dati bilancio consolidato Enel Green Power 2015

3.8 RICAVI TOTALI⁴⁹

I ricavi totali presentano una diminuzione di 10 milioni di euro rispetto al 2014, un decremento del 0,3%. Motivo principale di questo calo, pur avendo aumentato la capacità produttiva in diversi stati, è il fatto che nei ricavi del 2014 sono presenti

⁴⁷ grafico n.7 rielaborazione dati bilancio consolidato Enel Green Power 2015
(https://www.enelgreenpower.com/it-it/Documents/media_investor/reports/2015/Relazione_Finanziaria_Annuale_2015.pdf)

⁴⁸ grafico n.6 rielaborazione dati bilancio consolidato Enel Green Power 2015
(https://www.enelgreenpower.com/it-it/Documents/media_investor/reports/2015/Relazione_Finanziaria_Annuale_2015.pdf)

⁴⁹ v. nota precedente

ricavi dovuti alla vendita di partecipazioni che hanno portato un guadagno maggiore di 155 milioni di euro più diversi indennizzi pari a 95 milioni.

L'utile di esercizio del Gruppo è pari a 264 milioni con un decremento del -40% rispetto al 2014, risentendo soprattutto del maggiore contributo della società con la partecipazione agli utili di terzi.

3.9 COSTI TOTALI

tabella n 17⁵⁰ rielaborazione dati numerici bilancio consolidato Enel Green Power 2015

	2015	2014
Acquisti energia e altri combustibili	175	292
Servizi e altri materiali	595	489
Personale	339	256
Altri costi operativi	185	148
Costi capitalizzati	(134)	(131)
Totale	1160	1054

I costi del 2015 presentano un aumento di 106 milioni di euro rispetto all'anno precedente,

⁵⁰ Tabella n 17 rielaborazione dati numerici bilancio consolidato Enel Green Power 2015 (https://www.enelgreenpower.com/it-it/Documents/media_investor/reports/2015/Relazione_Finanziaria_Annuale_2015.pdf)

3.10 CAPITALE UMANO

Il Gruppo Enel Green Power è fortemente impegnato anche per lo sviluppo e la formazione del personale, con lo scopo di mantenere il vantaggio competitivo rispetto alla concorrenza e per la realizzazione degli obbiettivi.



3.11 PIANO INDUSTRIALE

I principali obbiettivi per gli anni futuri, in particolare per gli esercizi che vanno dal 2015 al 2019, puntano all'incremento di una crescita superiore a quella raggiunta in questi anni, una valorizzazione di tutti gli assets e nella ricerca di una gestione più ampia e attiva del portafoglio.

I punti di forza per far sì che questi obbiettivi si sviluppino sono soprattutto:

- la diversificazione geografica, che permette di abbassare molti rischi tra cui la dipendenza delle politiche di incentivazione dei diversi stati in cui opera e la variabilità dai fattori atmosferici avendo impianti in diverse aree geografiche con climi differenti.
- lo sviluppo di tecnologie innovative, cercando di sfruttare i forti progressi tecnologici dettati dall'essere una controllata del Gruppo Enel che vanta un accesso alle conoscenze di ingenti dimensioni

- un forte approccio strategico al business development
- il continuo sviluppo del mercato delle energie rinnovabili e un costante sviluppo a livello globale

-

Obbiettivo principale che EGP si prefissa è quello di raddoppiare la capacità di produzione, con lo scopo di produrre 7,1 Gigawatt ,esattamente il 50% in più del piano proposto per gli anni 2010-2015. Gli investimenti che saranno concessi sono pari al 9,6 miliardi di euro, e di questi, 8 miliardi saranno destinati alla crescita nei diversi paesi. Questa cifra corrisponde al 60% rispetto all'ammontare investito tra il 2010 e il 2015.

3.12 NUOVI IMPIANTI IN COSTRUZIONE

- settore solare in Sudafrica (4 progetti per un totale di 314 MW), in Cile (Carrera Pinto 77 MW, Pampa Norte 79 MW e Finis Terrae 160 MW) e in Brasile (Ituverava 254 MW);
- settore eolico in Sudafrica (Nojoli 88 MW e Gibson Bay 111 MW), in Cile (Sierra Gorda 112 MW, Renaico 88 MW e Los Buenos Aires 24 MW), in Messico (Vientos del Altiplano 100 MW e Palo Alto 129 MW);
- settore geotermico in Cile (Cerro Pabellón 38 MW); > al settore idroelettrico in Brasile (Apiacás 102 MW) e in Costa Rica (Chucas 50 MW); > al settore biomassa in Italia (Finale Emilia 15 MW).”⁵¹

⁵¹ bilancio consolidato Enel Green Power 2015 (https://www.enelgreenpower.com/it-it/Documents/media_investor/reports/2015/Relazione_Finanziaria_Annuale_2015.pdf)

CONCLUSIONE

Dopo aver analizzato con gli strumenti a mia disposizione, il passato e il presente dell'energia, ho un'idea più chiara di cosa sia davvero necessario riguardo all'energia del futuro. Lo scopo di questa tesi era dimostrare quanto sia realmente necessario trovare una fonte di energia alternativa. Purtroppo ho avuto la conferma, prima era solo un intuitivo dubbio, che il percorso è ancora lungo a causa d'interessi legati alle energie fossili in via di estinzione, ma anche di fattori economici, senza dimenticare che l'investimento iniziale è ingente e se ne trae beneficio solo nel lungo periodo.

Energia, forza, progresso, rinnovabile, eco sostenibilità, ricerca, economia, mondo. Ecco alcune delle parole maggiormente usate in questa tesi dove ho approfondito il percorso storico nel primo capitolo; nel secondo capitolo, spero con un approccio più possibile oggettivo, ho focalizzato il continuo cambiamento che nel tempo ha subito e continuerà a subire con il passare degli anni, l'energia rinnovabile con le sue potenzialità, mostrando con un'analisi numerica, coadiuvato dall'utilizzo di tabelle, i vantaggi e gli svantaggi che caratterizzano le fonti rinnovabili; infine, nel terzo, ho vagliato l'analisi di una società leader mondiale nel settore dell'energia rinnovabile con sede a Roma.

Una serie di fattori ha fatto sì che l'opinione pubblica sia propensa all'installazione d'impianti da cui scaturisce energia da fonti rinnovabili in maniera tale da eliminare il gap che è presente tra le due diverse energie, ovviando il fatto che le energie non rinnovabili in un arco di tempo non molto lontano, termineranno. Inoltre è grave e dannoso il problema che riguarda la tutela delle generazioni presenti e future per il forte inquinamento atmosferico.

Enel Green Power è l'esempio che ho reputato più emblematico per tale cambiamento in corso. Dall'analisi è scaturito che si tratta di un solido gruppo basato sul costante sviluppo e una continua crescita, elemento evidenziato dalle ingenti somme versate per il lasso di tempo 2015/2019 nel campo della tecnologia e dai numerosi progetti di espansione in tutto il mondo, compresi Paesi ancora in via di sviluppo. Analizzando i dati operativi del gruppo, con grafici e tabelle, si può notare come il progetto del Gruppo EGP sia volto ad avere un ritorno nel lungo periodo, elemento caratterizzato soprattutto dall'ingente quantità di investimento effettuata.

In conclusione a questa tesi si evince, però, come le energie non rinnovabili, le così dette energie fossili, per ora siano ancora economicamente convenienti rispetto alle energie da fonti rinnovabili.

Dopo l'approfondimento compiuto, la consapevolezza delle incognite del futuro resta, ma l'uomo, soggetto progettato per vivere e possibilmente vivere al meglio con le comodità, troverà con le analisi scientifiche e assecondando la natura talvolta complice, altre volte ostile, la soluzione per un mondo con un'energia rinnovabile, naturale e...perfetta.

Claudio Lombardini

INDICE TABELLE E GRAFICI

Tabella n.1 Rielaborazione personale sui dati forniti da ‘La dimensione energetica dello sviluppo sostenibile’ di Deborah Pennestri,

Tabella n.2 rielaborazione personale sui dati forniti da ‘Statistical Review of World Energy’ Giugno 2013

Tabella n.3 dati forniti dal sito ufficiale ENEA (<http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>)

Tabella n.4 rielaborazione personale dati forniti da Enea (<http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>)

Tabella n.5 dati forniti dal COSTI DI PRODUZIONE DI ENERGIAELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI” rapporto commissionato da AEEG al politecnico di Milano – dipartimento di energia

Tabella n.6 dati forniti da ENEA (<http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>)

Tabella n.7 rielaborazione dati “COSTI DI PRODUZIONE DI ENERGIAELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI” Rapporto commissionato da AEEG al politecnico di Milano – dipartimento di energia

Tabella n.8 rielaborazione personali dati GSE www.gse.it anno 2015

tabella n.9 v. nota precedente

Tabella n.10 rielaborazione dati ‘Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili’ Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia

Tabella n.11 rielaborazione personale dati numerici rielaborati da ‘Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili’ : Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia

Tabella n.12 rielaborazione personale dati forniti da www.ieabioenergy.com

Tabella n.13 rielaborazione dati ‘Costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili’
Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia

Tabella 14 rielaborazione personale dati forniti da www.ieabioenergy.com

Tabella n.15 rielaborazione dati ENEA <http://www.enea.it/it/pubblicazioni/EAI/anno-2011/n.-6-2011-novembre-dicembre-2011/considerazioni-economiche-sulla-produzione-di-energia-eolica>

tabella n. 16 rielaborazione dati sul bilancio consolidato Enel 2015

Grafico n.1: EWEA wind Energy annual statistics 2013

Grafico n.2 rielaborazione personale dati ENEA www.enea.it

Grafico n.3 rielaborazione personale dati Enel

Grafico n.4 rielaborazione dati sul bilancio consolidato Enel 2015

Grafico n.5 rielaborazione dati bilancio consolidato Enel Green Power 2015

Grafico n.6 rielaborazione dati bilancio consolidato Enel Green Power 2015

BIBLIOGRAFIA

- Vincenzo Banzani, “ENERGIA PER L’ASTRONAVE TERRA”, ed. Zannichelli, 2011
- Matteo Falcione “DIRITTO ALL’ENERGIA” ed. Barbera, 2008
- Adriano Piglia, “ENERGIE RINNOVABILI, UN SOGNO NEL CASSETTO”, ed. Fabaino, 2008
- M. Randazzo articolo accademico, “BIOENERGY AND DEVELOPING COUNTRIES PERSPECTIVE”
- Pietro Mennea, “ENERGIA PULITA”, ed. Il Mulino, 2003
- Alessandro Bordin, “BIOCOMBUSTIBILI E BIOCARBURANTI- SOLUZIONI, TECNOLOGIE, AGEVOLAZIONI”, ed. Ipsoa, Milano 2007
- Mauro Spagnolo, “IL SOLE NELLA CITTA’. L’USO DEL FOTOVOLTAICO NELL’EDILIZIA”, ed. Franco Muzzio, Roma 2002
- “COSTI DI PRODUZIONE DI ENERGIAELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI” Rapporto commissionato da AEEG al Politecnico di Milano – Dipartimento di energia
- “LE FONTI DI ENERGIA RINNOVABILI”, ed. Alinea

SITOGRAFIA

- www.assoelettrica.it
- www.enea.it
- www.econimiafinita.it
- www.smeaenergie.it
- www.legambiente.it
- www.gserinnovabili.it
- www.camera/parlamento.it
- www.ieabioenergy.com
- www.wecenergygroup.com
- www.enel.com
- www.enelgreenpower.com
- www.enciclopediatreccani.it