



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

La produzione di energia elettrica da impianti a fonte rinnovabile in Italia



RAPPORTI



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

La produzione di energia elettrica da impianti a fonte rinnovabile in Italia

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Rapporti 189/2013
ISBN 978-88-448-0638-5

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli
Foto di copertina: Renato Lago e Paolo Orlandi

Coordinamento editoriale:

Daria Mazzella
ISPRA ó Settore Editoria

Dicembre 2013

Autori

Cristina Sarti (ISPRA)

Antonella De Santis (ISPRA)

Coordinamento del rapporto:

Patrizia Bonanni resp. settore Piani di risanamento e Impatti

INDICE

INTRODUZIONE	4
1. LA NORMATIVA EUROPEA E NAZIONALE	6
2. PROMOZIONE DELL'USO DELL'ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI	8
2.1. Il quadro nazionale	9
2.2. Il Solare fotovoltaico	17
2.2.1. <i>Potenza e numerosità degli impianti fotovoltaici in Italia</i>	18
2.3. La biomassa.....	28
2.3.1. <i>Potenza e numerosità degli impianti a biomassa in Italia</i>	28
2.4. L'eolico.....	32
2.4.1. <i>Potenza e numerosità degli impianti eolici in Italia</i>	32
2.5. L'idroelettrico	36
2.5.1. <i>Potenza e numerosità degli impianti idroelettrici in Italia</i>	36
2.6. Il geotermoelettrico	40
2.6.1. <i>Potenza e numerosità degli geotermici in Italia</i>	40
3. IL RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E LE FONTI RINNOVABILI .	42
3.1. Misure adottate a livello nazionale.....	42
BIBLIOGRAFIA	46

INTRODUZIONE

Oggigiorno moltissime attività umane hanno come conseguenza l'emissione in atmosfera di sostanze inquinanti quali i trasporti, la produzione di energia da combustibili fossili, i processi industriali, la distribuzione dei carburanti e dei combustibili, il riscaldamento degli ambienti, le attività agricole e l'allevamento, l'utilizzo di vernici e solventi.

Al cuore di quasi tutti i processi con cui gli inquinanti vengono immessi in atmosfera vi è l'energia, la sua produzione, la sua trasformazione ed il suo utilizzo.

La richiesta di energia, attualmente in forte aumento, è strettamente legata alle esigenze di un sistema economico basato ancora sulla logica della produttività e del consumo. In tale contesto un importante fattore, peraltro comune a tutti i Paesi sviluppati ed emergenti, è la costante crescita dell'utilizzo di energia elettrica. La maggior parte di questa energia veniva prodotta in Italia fino a qualche anno fa dagli impianti termoelettrici, che producono elettricità bruciando olio combustibile, gas naturale, carbone e, in minor misura, biomasse.

Nell'ultimo decennio, al fine di ridurre la dipendenza dalle fonti fossili, a causa del crescente aumento delle concentrazioni di inquinanti atmosferici, sono diventate prioritarie le iniziative di promozione della produzione di energia da fonti rinnovabili.

Numerosi sono i vantaggi legati all'utilizzo di tali risorse, tra cui emergono senza dubbio l'assenza di emissioni inquinanti in atmosfera durante il loro utilizzo (fatta eccezione per le biomasse) e la loro inesauribilità.

Le risorse rinnovabili di tipo energetico sono:

- l'irraggiamento solare;
- il vento;
- le precipitazioni meteoriche, utilizzabili tramite il dislivello di acque;
- il calore naturale della terra;
- le biomasse.

Le fonti di energia rinnovabili associate a tali risorse sono quindi l'energia solare, quella eolica, l'idroelettrica e la geotermica ovvero quelle fonti il cui utilizzo attuale non pregiudica la loro disponibilità nel futuro.

Il crescente utilizzo delle fonti rinnovabili si collega inoltre con il problema del riscaldamento globale e delle emissioni di CO₂: una motivazione parallela dell'utilizzo di energie rinnovabili riguarda dunque anche la necessità di una contestuale politica di riduzione dell'effetto serra.

Il cambiamento climatico rappresenta ai giorni d'oggi una delle maggiori sfide che l'umanità dovrà affrontare. L'aumento delle temperature, lo scioglimento dei ghiacciai, la maggiore frequenza degli episodi di siccità e delle alluvioni sono tutti sintomi di un cambiamento climatico ormai in atto. I rischi per il pianeta e per le generazioni future sono enormi, e ci obbligano ad intervenire con urgenza.

In tale contesto l'Unione europea è impegnata da molti anni, sia sul piano interno che internazionale, ed ha fatto della lotta al cambiamento climatico una delle priorità del suo programma di interventi di cui è espressione la sua politica climatica. L'Unione europea ha inoltre integrato l'obiettivo del controllo dei gas serra in tutti i settori di azione, in modo da conseguire i seguenti obiettivi: consumo più efficiente di un'energia meno inquinante; trasporti più puliti e più equilibrati; responsabilizzazione delle imprese senza comprometterne la competitività; gestione del territorio e dell'agricoltura al servizio dell'ambiente.

Nel 2005 la Commissione ha gettato le basi della strategia dell'Unione europea (UE) per la lotta ai cambiamenti climatici proponendo azioni concrete per contenere gli effetti dei cambiamenti climatici e ridurre la probabilità di sconvolgimenti rilevanti e irreversibili su scala planetaria. Questi provvedimenti a breve e medio termine interesseranno sia i paesi sviluppati (l'UE e gli altri paesi industrializzati) che quelli in via di sviluppo .

Secondo quanto indicato nell'analisi strategica della politica energetica dell'UE, la Commissione prevede l'adozione dei seguenti provvedimenti in campo energetico:

- migliorare del 20 % l'efficienza energetica dell'UE entro il 2020;
- incrementare la percentuale delle energie rinnovabili portandole al 20 % entro il 2020;
- sviluppare una politica di stoccaggio geologico del carbonio che sia compatibile con l'ambiente.

A livello globale, secondo le stime dell'International Energy Agency, emerse dalla presentazione a Parigi dell'ultimo World Energy Outlook 2013, il 40% della crescita della domanda totale di energia da qui al 2035 sarà soddisfatto con le rinnovabili. Un ruolo chiave nell'aumento lo avranno il solare e l'eolico, che conteranno per il 45% del totale di energia prodotta da rinnovabili. Malgrado ciò, i combustibili fossili resteranno essenziali per alimentare la nostra sete di energia: nel 2035 soddisferanno oltre il 50% della domanda elettrica e il 75% della domanda totale di energia, spingendo il mondo verso un aumento della temperatura di 3,6° C rispetto ai livelli preindustriali.

In tale contesto l'Italia si colloca tra i paesi più emergenti: secondo i dati TERNA le fonti rinnovabili hanno infatti raggiunto a giugno 2013 la critica soglia del 50% sulla produzione netta nazionale, passando dal 38,2% nel 2012 al 50,2% nel 2013, e sui consumi totali dal 33,9% nel 2012 al 44,3 nel 2013.

1. LA NORMATIVA EUROPEA E NAZIONALE

La promozione di energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili (FER) figura tra le priorità dell'Unione europea (UE) per motivi di sicurezza e di diversificazione dell'approvvigionamento energetico, per motivi di protezione ambientale e per motivi legati alla coesione economica e sociale.

La **Direttiva 2001/77/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, fa seguito al Libro bianco del 1997 sulle fonti energetiche rinnovabili che fissava l'obiettivo del 12% del consumo interno lordo di energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili per l'UE-15 entro il 2010, dove l'energia elettrica rappresenta il 22,1%. In seguito all'allargamento del 2004, l'obiettivo globale dell'UE è passato al 21%. In tale prospettiva, la direttiva rappresenta anche una componente essenziale delle misure richieste per il rispetto degli impegni dell'UE a titolo del protocollo di Kyoto sulla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra.

La Direttiva 2001/77/CE riguarda l'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili non fossili, come l'energia **solare**, la **biomassa** e **l'eolica**.

Gli Stati membri che hanno aderito all'UE nel 2004 sono tenuti ad applicare le disposizioni della direttiva 2001/77/CE sulla produzione di energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili. A tal riguardo, il trattato di adesione stabilisce gli obiettivi indicativi nazionali relativi al contributo dell'elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili in ogni nuovo Stato membro. Tali obiettivi si traducono in un obiettivo globale del 21% per l'UE-25.

Ogni cinque anni, gli Stati membri adottano e pubblicano una relazione che stabilisce per i dieci anni successivi gli obiettivi indicativi nazionali di consumo futuro di elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili e le misure adottate o previste a livello nazionale per conseguire tali obiettivi. Gli obiettivi nazionali devono tener conto dei valori di riferimento riportati nell'allegato alla direttiva sugli obiettivi indicativi nazionali degli Stati membri relativi al contributo dell'elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili rispetto al consumo lordo di elettricità entro il 2010. È inoltre richiesto che tali obiettivi nazionali indicativi siano compatibili con gli impegni nazionali assunti nel contesto degli obblighi contratti dalla Comunità a titolo del protocollo di Kyoto.

La direttiva 2001/77/CE è stata abrogata a decorrere dal 1° gennaio 2012 dalla **Direttiva 2009/28/CE**.

La direttiva 2009/28/CE stabilisce un quadro comune per l'utilizzo di fonti rinnovabili al fine di limitare le emissioni di gas ad effetto serra e di promuovere un trasporto più pulito. A tale scopo, sono stati definiti dei piani di azione nazionali e le modalità di utilizzo dei biocarburanti.

La Direttiva ha individuato uno degli strumenti fondamentali per raggiungere gli obiettivi ambiziosi che l'Unione Europea si è data per il 2020, contenuti nel "Pacchetto Clima Energia":

É+ 20% di energia da fonti rinnovabili nei consumi finali di energia;

É - 20% di consumi di energia rispetto allo scenario tendenziale, attraverso l'efficienza energetica;

É- 20% di emissioni in atmosfera.

Tale pacchetto incoraggia l'efficienza energetica, il consumo di energia da fonti rinnovabili, il miglioramento dell'approvvigionamento di energia e il rilancio economico di un settore dinamico nel quale l'Europa fa da esempio.

Per ciascuno Stato membro è stato fissato un obiettivo per la quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia entro il 2020. Tale obiettivo è coerente con l'obiettivo globale «20-20-20» della Comunità.

Infine il 6 Dicembre 2012 è uscito un comunicato della Commissione Europea in cui si evidenzia come le energie rinnovabili siano in corso di integrazione nel mercato unico, fornendo alcuni orientamenti sul quadro di riferimento da oggi al 2020 e illustra eventuali opzioni politiche per il periodo successivo al 2020, in modo da garantire la continuità e la stabilità necessarie affinché la produzione europea di energie rinnovabili continui a crescere fino al 2030 e oltre.

A livello nazionale in Italia la direttiva 2001/77/CE è stata recepita con il Decreto legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003. Il decreto promuove un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel mercato nazionale e comunitario, l'adozione di misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali e favorisce lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

Numerosi sono i successivi decreti ministeriali relativi all'incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili. Nel seguito il loro elenco:

- DM del 28 luglio 2005 - Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare;
- DM del 24 ottobre 2005 - Direttive per la regolamentazione dell'emissione dei certificati verdi alle produzioni di energia di cui all'articolo 1 della Legge n. 239 del 23 agosto 2004;
- DM del 6 febbraio 2006 - Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare;
- DM del 18 dicembre 2008 - Incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 2 della Legge n. 244 del 24 dicembre 2007;
- DM del 2 marzo 2010 - Attuazione della legge 27 dicembre 2006, n. 296, sulla tracciabilità delle biomasse per la produzione di energia elettrica;
- DM del 6 agosto 2010 - Incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare;
- DM del 5 maggio 2011 - Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici;
- DM del 5 luglio 2012 - Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici ó cd. "Quinto conto energia" ó Attuazione dell'art. 24 25 del D.Lgs. n. 28/2011;
- DM del 6 luglio 2012 - Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici ó Attuazione dell'art. 24 del D.Lgs. n. 28/2011;
- DM del 28 dicembre 2012 - Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni.

2. PROMOZIONE DELL'USO DELL'ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI

L'energia è indispensabile alla vita quotidiana ed è perciò doveroso affrontare le grandi sfide energetiche rappresentate dai cambiamenti climatici, dalla lotta all'inquinamento atmosferico, dalla dipendenza crescente dalle importazioni, dalla pressione esercitata sulle risorse energetiche e dalla fornitura a tutti i consumatori di energia sicura a prezzi accessibili. L'attuazione di una politica europea ambiziosa in materia di energia, che abbracci tutte le fonti di energia, siano esse fossili (petrolio, gas, carbone), nucleare o rinnovabili (solare, eolica, da biomassa, geotermica, idraulica) mira a dare avvio ad una nuova rivoluzione industriale, che trasformerà l'UE in un'economia a basso consumo di energia più sicura, più competitiva e più sostenibile.

Le energie rinnovabili - **energia eolica, solare** (termica e fotovoltaica), **idraulica, geotermica** e da **biomassa** - sono un'alternativa fondamentale ai combustibili fossili. Il loro impiego permette di ridurre non soltanto le emissioni di gas a effetto serra provenienti dalla produzione e dal consumo di energia, ma anche la dipendenza dell'Unione europea dalle importazioni di combustibili fossili (in particolare gas e petrolio).

Per raggiungere l'ambizioso obiettivo di una quota del 20% di energie rinnovabili nel proprio mix energetico, l'UE prevede di potenziare gli sforzi nei settori dell'elettricità, del riscaldamento e del raffreddamento nonché in quello dei biocarburanti.

Nel presente rapporto si fornisce, per ciascuna tipologia di sorgente, da un lato il trend evolutivo del parco rinnovabile dal 2000 al 2012 e dall'altro il quadro attuale del numero di impianti alimentati da fonti rinnovabili presenti su tutto il territorio, sia a livello nazionale che regionale, della potenza efficiente lorda installata e della relativa produzione.

La pubblicazione si articola in tre sezioni. La prima, quella generale, descrive il parco di produzione elettrica nazionale alimentato con le fonti rinnovabili, segue una parte descrittiva delle singole fonti, in ognuna delle quali sono riportate numerosità, potenza installata e produzione, mostrate con l'ausilio di grafici e mappe regionali ed infine una parte conclusiva dedicata alle misure adottate da regioni e province autonome nell'ambito della redazione dei piani di risanamento della qualità dell'aria.

Tutti i dati utilizzati sono stati raccolti da TERNA che annualmente cura il censimento e l'elaborazione dei dati statistici del settore elettrico nazionale, essendo membro del Sistema Statistico Nazionale (SISTAN), e dal GSE che dal 2012 è diventato il soggetto ufficialmente responsabile della rilevazione statistica di tutti gli impianti fotovoltaici e di tutti gli altri impianti a fonte rinnovabile fino a 200 kW.

2.1. Il quadro nazionale

In Italia nel 2012 gli impianti alimentati da sorgenti rinnovabili hanno raggiunto 484.587 unità. Circa il 99% del parco rinnovabile è costituito da impianti fotovoltaici e solo il restante 1% dall'idroelettrico, eolico, geotermico e a biomassa (Figura 1).

Tabella 1: Numero di impianti installati al 31/12/2012 per regione

	Idroelettrico	Eolico	Fotovoltaico	Geotermico	Biomasse
Piemonte	634	7	34.104		233
Valle d'Aosta	97	3	1.529		5
Lombardia	427	4	68.434		580
Trentino Alto Adige	588	8	18.399		153
Veneto	283	9	64.941		307
Friuli Venezia Giulia	168	4	22.495		91
Liguria	60	30	4.387		14
Emilia Romagna	112	42	44.940		269
Toscana	136	61	24.745	33	116
Umbria	34	5	11.430		50
Marche	133	21	17.176		55
Lazio	73	12	26.711		75
Abruzzo	57	18	11.937		34
Molise	29	27	2.587		8
Campania	41	126	16.571		42
Puglia	4	372	33.563		49
Basilicata	10	110	5.602		14
Calabria	49	56	14.488		31
Sicilia	17	92	32.005		44
Sardegna	18	47	22.287		29
TOTALE	2.970	1.054	478.331	33	2.199

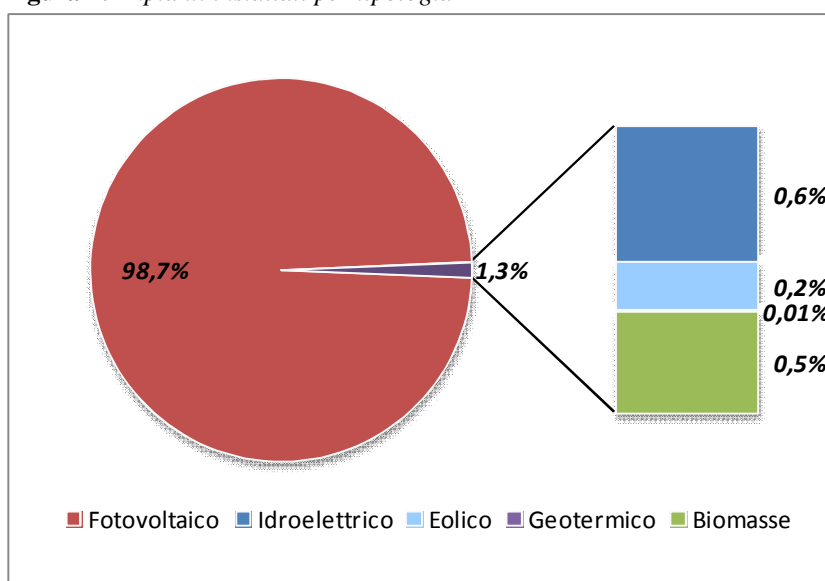
Fonte: TERNA, 2012 - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia.

Negli ultimi 5 anni la crescita dei nuovi impianti alimentati da fonti rinnovabili è aumentata considerevolmente (Figura 4) raggiungendo addirittura nel 2008 un tasso di crescita rispetto all'anno precedente del 198% e mantenendo comunque valori molto elevati anche negli anni successivi (112% nel 2010 e 44% nel 2012).

Contribuiscono alla crescita anche le sorgenti a biomassa e le eoliche con un totale nel 2012 rispettivamente di 2.199 e di 1.054 unità. La potenza efficiente lorda raggiunge gli 8.119 MW per l'eolico, con un contributo pari al 17% sul totale, e i 3.802 MW per la biomassa con un contributo pari all'8% (Figura 5).

Le sorgenti geotermiche rimangono pressoché invariate negli ultimi 12 anni la cui potenza efficiente lorda è nel 2012 di 772MW per una produzione di circa 5.590 GWh.

Figura 1: Impianti installati per tipologia



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La Potenza efficiente¹ lorda installata in Italia a fine 2012 è di 47.345 MW (vedi Fig. 2). Il contributo maggiore è dovuto alle sorgenti idroelettriche con un valore pari a circa il 38%, segue il fotovoltaico (34,7%), l'eolico (17%), la biomassa (8%) ed infine il geotermico (1,6%).

Tabella 2: Potenza efficiente lorda installata (MW) per regione

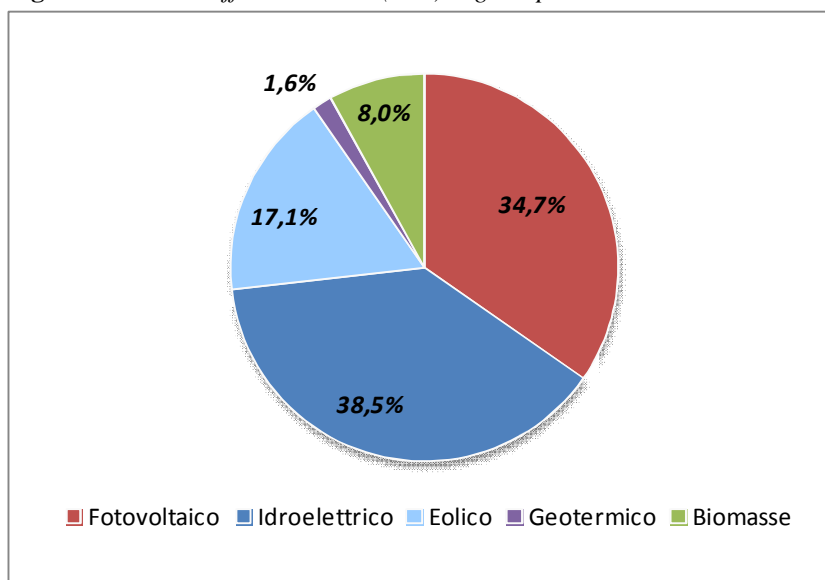
	Idroelettrico	Eolico	Fotovoltaico	Geotermico	Biomasse
Piemonte	2.615	13	1.370		284
Valle d'Aosta	921	3	18		2
Lombardia	5.039	0	1.822		887
Trentino Alto Adige	3.205	2	370		95
Veneto	1.123	1	1.482		342
Friuli Venezia Giulia	492	0	405		123
Liguria	86	47	74		24
Emilia Romagna	315	19	1.610		571
Toscana	350	87	645	772	182
Umbria	511	2	415		52
Marche	240	1	980		39
Lazio	403	51	1.068		189
Abruzzo	1.003	231	609		32
Molise	87	369	158		45
Campania	348	1.207	546		236
Puglia	2	1.985	2.449		296
Basilicata	132	369	330		80
Calabria	741	996	385		153
Sicilia	151	1.749	1.126		81

¹ La potenza efficiente di un impianto di generazione è la massima potenza elettrica che può essere prodotta con continuità durante un intervallo di tempo sufficientemente lungo, supponendo tutte le parti dell'impianto di produzione in funzione e in condizioni ottimali. La potenza efficiente è lorda se misurata ai morsetti dei generatori elettrici dell'impianto o netta se misurata all'uscita dello stesso, dedotta cioè la potenza assorbita dai servizi ausiliari dell'impianto e dalle perdite nei trasformatori di centrale.

Tabella 2: Potenza efficiente lorda installata (MW) per regione

	Idroelettrico	Eolico	Fotovoltaico	Geotermico	Biomasse
Sardegna	467	989	558		90
TOTALE	18.232	8.119	16.420	772	3.802

Fonte: TERNA, 2012 - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia.

Figura 2: Potenza efficiente lorda (MW) degli impianti installati

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

L'incremento della potenza efficiente lorda installata è di circa 17.000 MW negli ultimi due anni (vedi Figura 5 e Figura 6). Tale variazione è dovuta principalmente ad un aumento delle fonti fotovoltaiche che hanno raggiunto nel 2012 una potenza lorda di 16.420 MW rispetto ai 432 MW del 2008 rappresentando quasi il 35% del totale (vedi Figura 2 e Figura 5). Il numero di impianti fotovoltaici è infatti aumentato negli ultimi 5 anni di più di 478.300 unità raggiungendo un incremento massimo nel 2007 passando da sole 14 unità a 7.647.

La Produzione lorda² nel 2012 ha raggiunto i 92.220 GWh con un tasso di crescita medio annuo del 5,5% (vedi Figura 5 e Figura 6). Il contributo maggiore è dovuto alle sorgenti idroelettriche con un valore pari a circa il 45% seguito dal fotovoltaico che rappresenta il 20% del totale.

Tabella 3: Produzione lorda installata (GWh) per regione

	Idroelettrico	Eolico	Fotovoltaico	Geotermico	Biomasse
Piemonte	6.615	21	1.426		924
Valled'Aosta	3.063	2	18		8
Lombardia	10.129	0	1.681		2.933
TrentinoAltoAdige	9.098	0	359		196
Veneto	3.826	2	1.506		1.137
FriuliVeneziaGiulia	1.629	0	403		285
Liguria	226	77	72		126
EmiliaRomagna	855	27	1.758		1.731
Toscana	621	86	691	5.592	354
Umbria	1.010	3	472		54
Marche	341	1	1.138		110

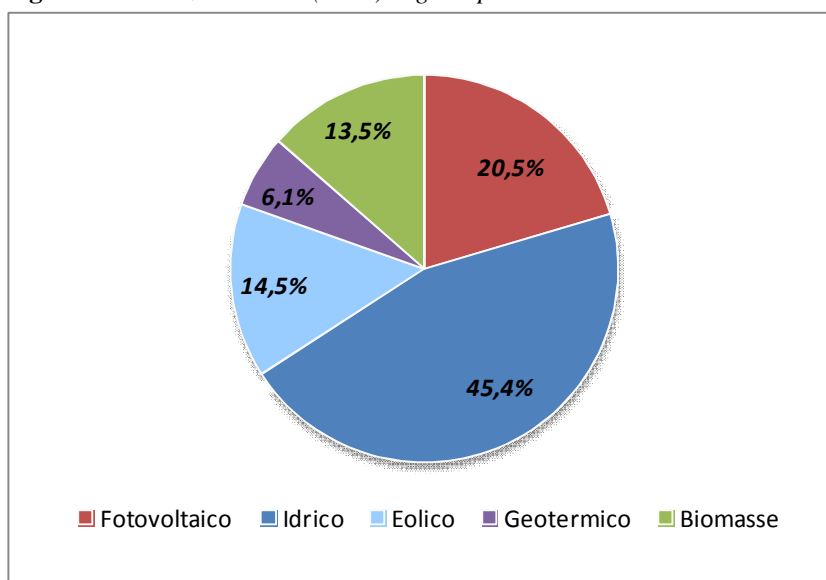
² La produzione lorda di energia elettrica di un insieme di impianti di generazione, in un determinato periodo, è la somma delle quantità di energia elettrica prodotte, misurate ai morsetti dei generatori elettrici.

Tabella 3: *Produzione lorda installata (GWh) per regione*

Lazio	737	97	1.373	529	
Abruzzi	1.156	334	708	59	
Molise	166	717	191	131	
Campania	427	2.029	581	927	
Puglia	6	3.238	3.491	1.471	
Basilicata	306	588	407	234	
Calabria	1.255	1.667	423	544	
Sicilia	172	2.996	1.512	70	
Sardegna	237	1.523	654	665	
TOTALE	41.875	13.407	18.862	5.592	12.487

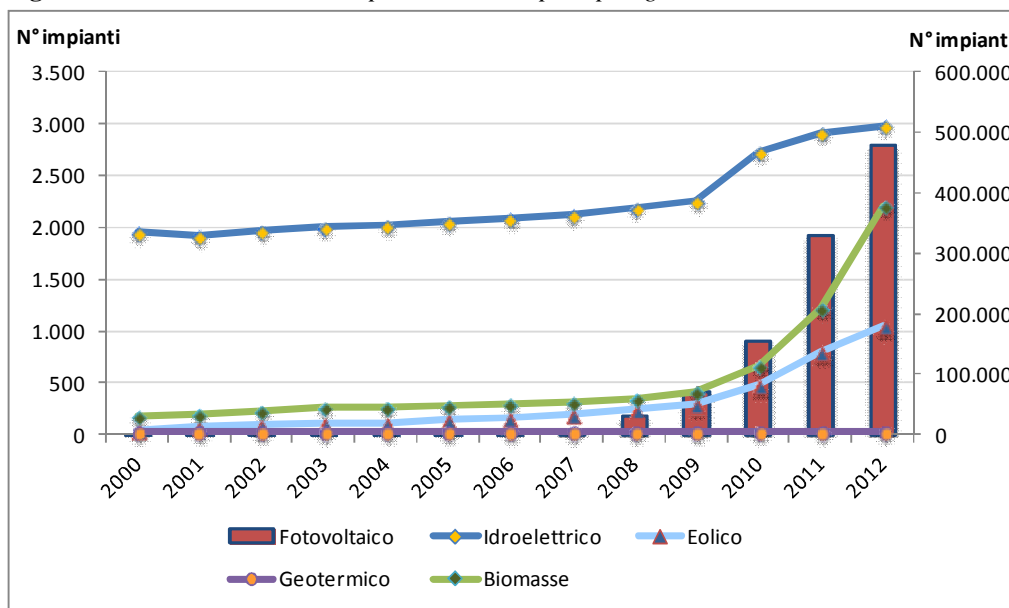
Fonte: TERNA, 2012 - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia.

Figura 3: *Produzione lorda (GWh) degli impianti installati*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

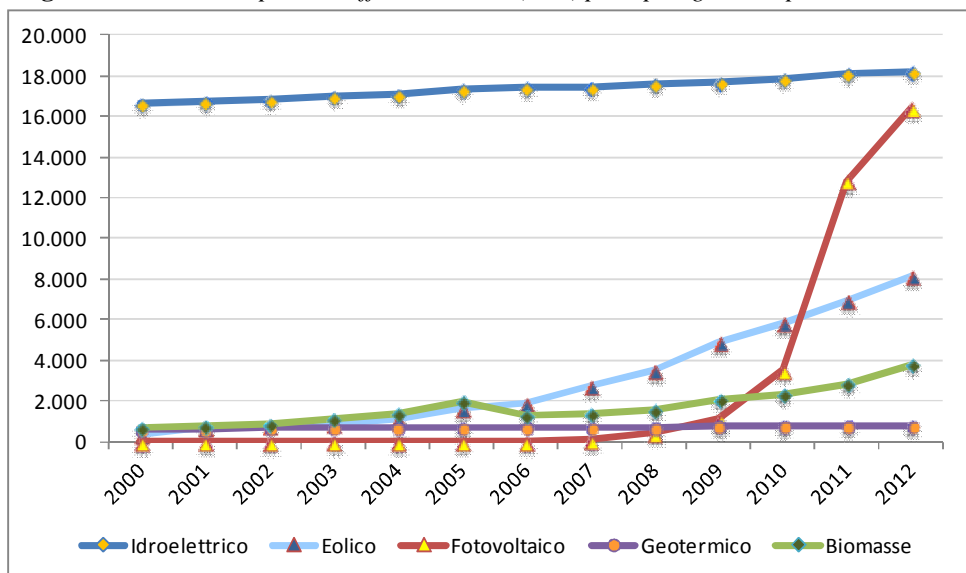
Figura 4: Trend del numero di impianti installati per tipologia



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

Nel periodo compreso tra il 2000 ed il 2012 la potenza efficiente lorda in Italia è aumentata da circa 18.300 MW a 47.345 MW (vedi Figura 6) con un tasso medio annuo di crescita pari all'8,6%. Il contributo maggiore è fornito dalle sorgenti idroelettriche la cui potenza raggiunge più di 18.000 MW nel 2012 seguito dalle rinnovabili che hanno raggiunto nel 2012 una potenza lorda di 16.420 MW (vedi Figura 5).

Figura 5: Trend della potenza efficiente lorda (MW) per tipologia di impianto



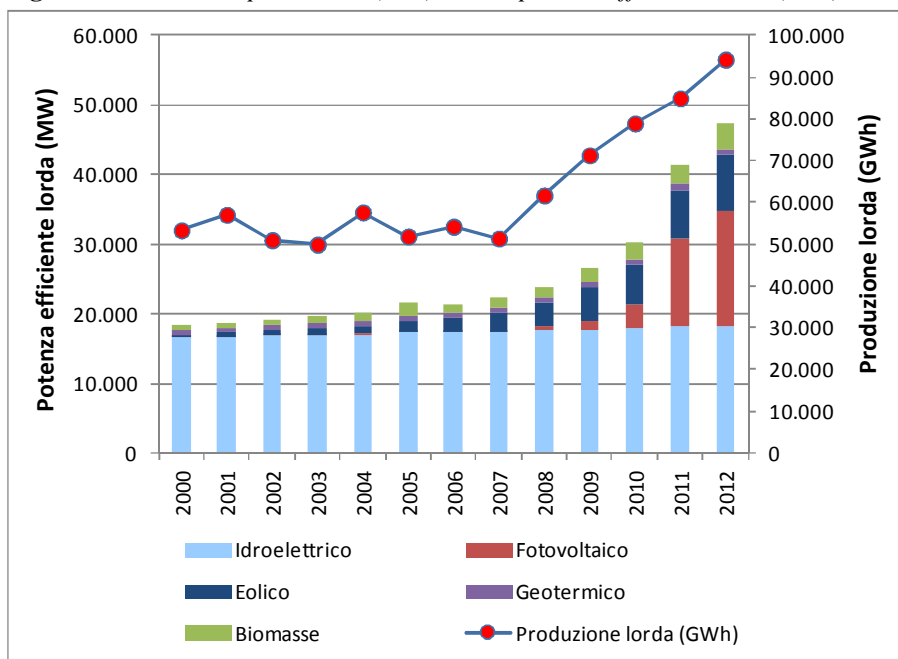
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

Contribuiscono alla crescita anche le sorgenti a biomassa e le eoliche con un totale nel 2012 rispettivamente di 2.199 e di 1.054 unità. La potenza efficiente lorda raggiunge gli 8.119 MW per l'eolico, con un contributo pari al 17% sul totale, e i 3.802 MW per la biomassa con un contributo pari all'8% (Figura 5).

La produzione lorda di energia da fonti rinnovabili negli ultimi 12 anni è quasi raddoppiata passando da un valore di circa 51.000 GWh nel 2000 a 92.200 GWh nel 2012 seguendo un

tasso di crescita medio annuo di circa il 5,5% (vedi Figura 6). Fino al 2010 l'entità della produzione era associata prevalentemente alle sorgenti idroelettriche mentre dal 2011 in poi spiccano anche le altre fonti raggiungendo nel loro complesso un eguale contributo rispetto alle prime. La produzione idroelettrica è infatti diminuita del 6% passando da 44.204 GWh nel 2000 a 41.874 GWh nel 2012.

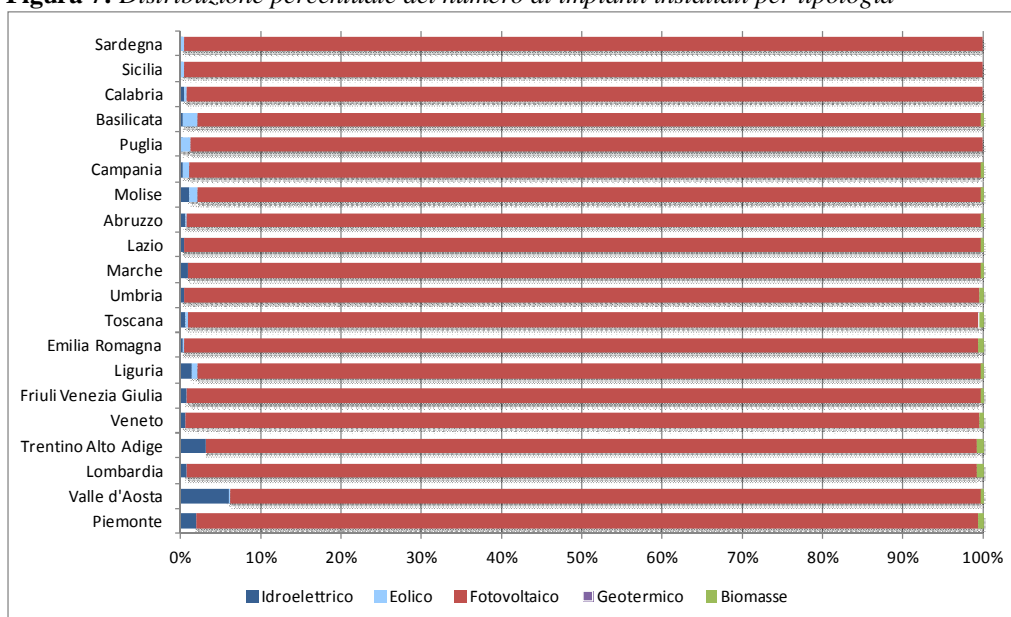
Figura 6: Trend della produzione (GW) e della potenza efficiente lorda (MW)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

In tutte le regioni del territorio nazionale le sorgenti fotovoltaiche rappresentano la fonte più diffusa (vedi Figura 7). La Lombardia è la regione in cui è presente il maggior numero di impianti, con una percentuale che supera il 14% del totale, seguita dal Veneto con il 13,5% e dall'Emilia Romagna con il 9,4% (Tabella 4).

Figura 7: Distribuzione percentuale del numero di impianti installati per tipologia



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

Tabella 4: Numero di impianti per regione

Regione	N° impianti
---------	-------------

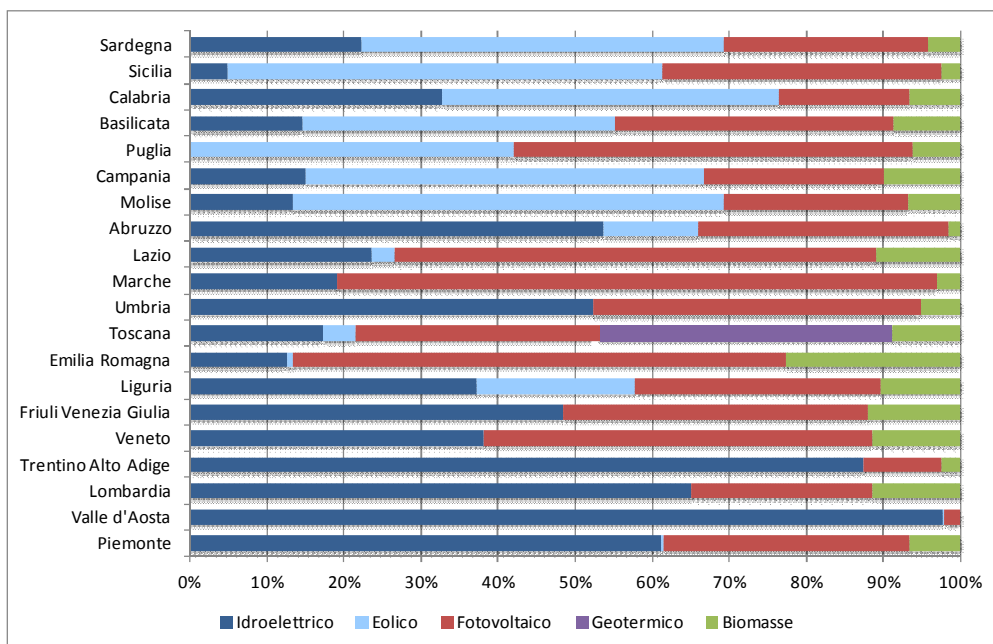
Piemonte	34.978
Valle d'Aosta	1.634
Lombardia	69.445
Trentino Alto Adige	19.148
Veneto	65.540
Friuli Venezia Giulia	22.758
Liguria	4.491
Emilia Romagna	45.363
Toscana	25.091
Umbria	11.519
Marche	17.385
Lazio	26.871
Abruzzo	12.046
Molise	2.651
Campania	16.780
Puglia	33.988
Basilicata	5.736
Calabria	14.624
Sicilia	32.158
Sardegna	22.381

Fonte: TERNA, 2012 - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia.

La potenza installata in Italia nel 2012 raggiunge i 47.345 MW. L'idroelettrico, sorgente il cui contributo è pari al 38,5%, raggiunge in Valle d'Aosta il 97% ed in Trentino Alto Adige il 87%.

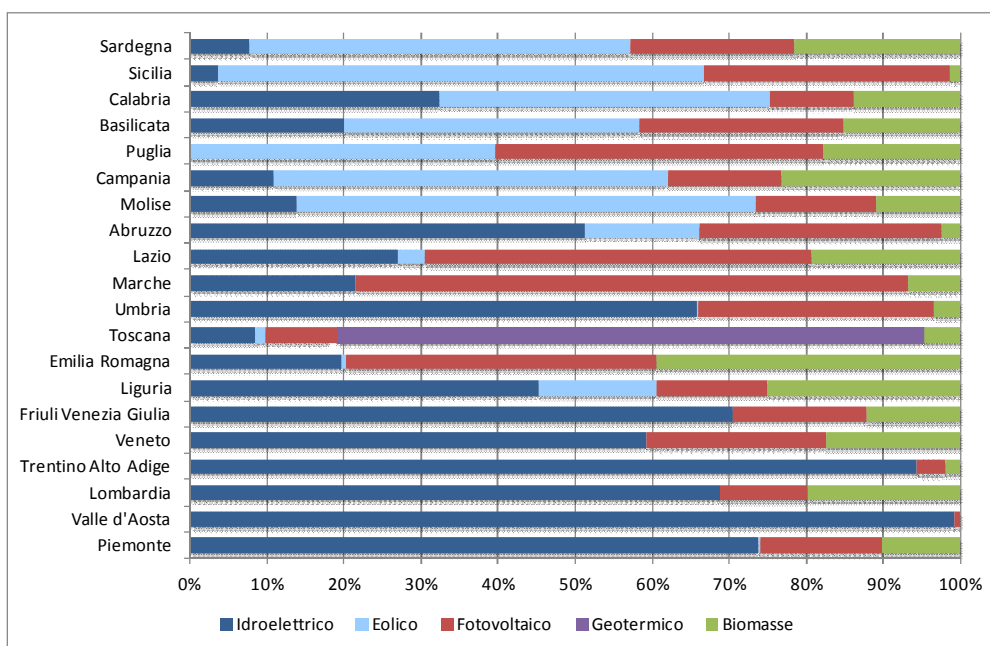
Risulta evidente la preponderanza di sorgenti idroelettriche nel nord Italia e di sorgenti eoliche al sud, più omogenea è invece la distribuzione del fotovoltaico e della biomassa.

Figura 8: Distribuzione percentuale della potenza efficiente lorda (MW) per tipologia di impianto



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

Figura 9: Distribuzione percentuale della produzione (GW) per tipologia di impianto



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERN S.p.A.

Tabella 5: Potenza media per impianto

	Idroelettrico	Eolico	Fotovoltaico	Geotermico	Biomasse
	<i>MW</i>	<i>MW</i>	<i>kW</i>	<i>MW</i>	<i>MW</i>
Piemonte	4,1	1,8	40,2		1,2
Valle d'Aosta	9,5	0,9	11,7		0,5
Lombardia	11,8	0,0	26,6		1,5
Trentino Alto Adige	5,5	0,2	20,1		0,6
Veneto	4,0	0,2	22,8		1,1
Friuli Venezia Giulia	2,9	0,0	18,0		1,3
Liguria	1,4	1,6	16,8		1,7
Emilia Romagna	2,8	0,5	35,8		2,1
Toscana	2,6	1,4	26,1	23,4	1,6
Umbria	15,0	0,3	36,3		1,0
Marche	1,8	0,0	57,1		0,7
Lazio	5,5	4,3	40,0		2,5
Abruzzo	17,6	12,8	51,0		0,9
Molise	3,0	13,7	61,1		5,6
Campania	8,5	9,6	33,0		5,6
Puglia	0,4	5,3	73,0		6,0
Basilicata	13,2	3,4	58,9		5,7
Calabria	15,1	17,8	26,6		4,9
Sicilia	8,9	19,0	35,2		1,8
Sardegna	25,9	21,0	25,0		3,1

Fonte: TERN, 2012 - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia.

2.2. Il Solare fotovoltaico

Per impianto fotovoltaico si intende un'installazione in grado di ottenere energia elettrica sfruttando la luce solare.

Un impianto fotovoltaico è composto da varie componenti, di cui particolare rilevanza sono:

- ✓ I pannelli fotovoltaici, definiti anche moduli; essi sono fissati ad una struttura di supporto e rappresentano la parte più importante e visibile dell'impianto, in quanto la loro funzione è quella di catturare l'energia del Sole e trasformarla in energia elettrica.
- ✓ L'inverter, un dispositivo elettronico che si occupa della conversione della corrente continua prodotta dai pannelli in alternata, ai quali è connesso tramite quadri elettrici e cavi di collegamento.

I pannelli fotovoltaici trasformano l'energia solare in corrente elettrica continua che, per poter essere fruibile da tutte le apparecchiature e immessa nella rete viene convertita in alternata dall'inverter, provvisto di un dispositivo di controllo, l'MPPT, che ottimizza la produzione di elettricità consentendo ai pannelli di lavorare sempre al massimo del rendimento, in ogni condizione ambientale e meteorologica.

I moduli sono costituiti da celle in materiale semiconduttore, il più utilizzato dei quali è il silicio cristallino. Essi rappresentano la parte attiva del sistema perché convertono la radiazione solare in energia elettrica.

Gli impianti fotovoltaici possono essere connessi alla rete elettrica di distribuzione o direttamente a utenze isolate (stand-alone), tipicamente per assicurare la disponibilità di energia elettrica in zone isolate.

I vantaggi derivanti dall'utilizzo di pannelli fotovoltaici sono molteplici:

- Elevata affidabilità dell'impianto e quindi lunga durata nel tempo.
- Azzeramento dell'inquinamento legato al fabbisogno energetico.
- Il non utilizzo di combustibili fossili.
- Possibilità di modificare la potenza dell'impianto in qualsiasi momento, semplicemente variando il numero di moduli.

Gli unici "svantaggi" di cui tener conto sono l'investimento iniziale che può essere più o meno importante a seconda delle esigenze e il rendimento non omogeneo legato alla disponibilità di luce solare nei vari periodi dell'anno e all'alternarsi del giorno e della notte.

I moduli fotovoltaici possono essere collocati su qualsiasi pertinenza di un immobile (tetto, facciata, terrazzo, ecc.) o sul terreno. La decisione deve essere presa in base all'esistenza - sul sito d'installazione - della disponibilità dello spazio necessario i moduli e della corretta esposizione ed inclinazione della superficie dei moduli.

Le condizioni ottimali in Italia sono:

- esposizione SUD (accettabile anche SUD-EST, SUD-OVEST, con ridotta perdita di produzione);
- inclinazione dei moduli compresa fra 25°(latitudini più meridionali) e 35°(latitudini più settentrionali);
- assenza di ostacoli in grado di creare ombreggiamento.

Lo spazio necessario all'installazione di 1 Kwp è di circa 7 mq.

2.2.1. Potenza e numerosità degli impianti fotovoltaici in Italia

La potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico è la potenza elettrica dell'impianto determinata dalla somma delle singole potenze nominali di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni standard (temperatura pari a 25 °C e radiazione pari a 1.000 W/m²).

Quantificare l'energia prodotta da un impianto è molto importante in quanto anche il guadagno derivante dall'investimento è strettamente legato a questo dato. Molti elementi concorrono alla determinazione di tale grandezza:

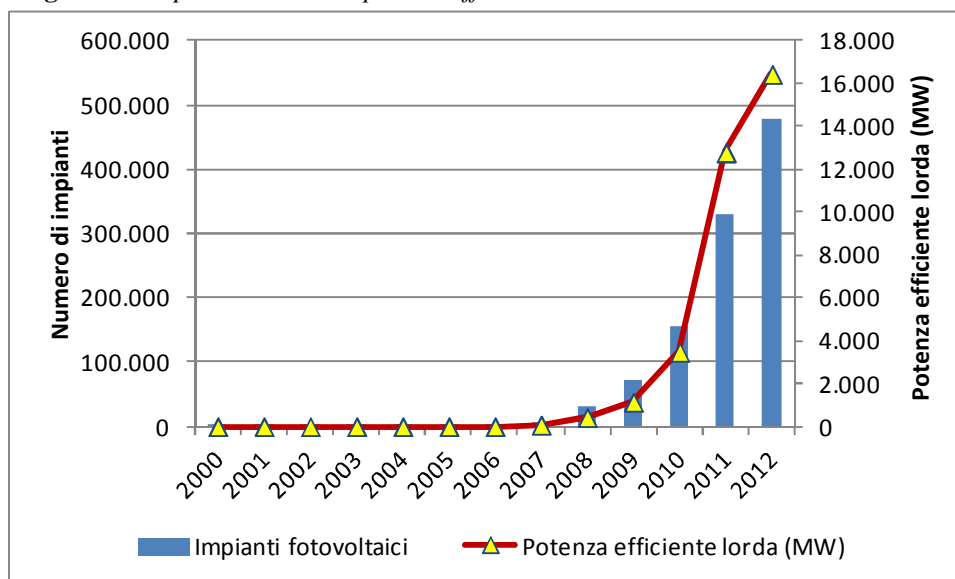
- Quantità e intensità delle radiazioni solari intercettate dall'impianto;
- Inclinazione ed orientamento dei pannelli;
- Eventuale presenza e quantità di impedimenti alla ricezione della luce solare;
- Rendimento delle varie parti che compongono l'impianto;
- Irraggiamento e temperatura ambientale.

In Italia, dal 2000 ad oggi, la crescita del numero e della potenza degli impianti fotovoltaici installati è avvenuta a ritmi molto sostenuti.

A fine 2012 in tutto il territorio nazionale risultano in esercizio 478.331 impianti per una potenza efficiente lorda di 16.420 MW ed una produzione di 18.861,8 GWh.

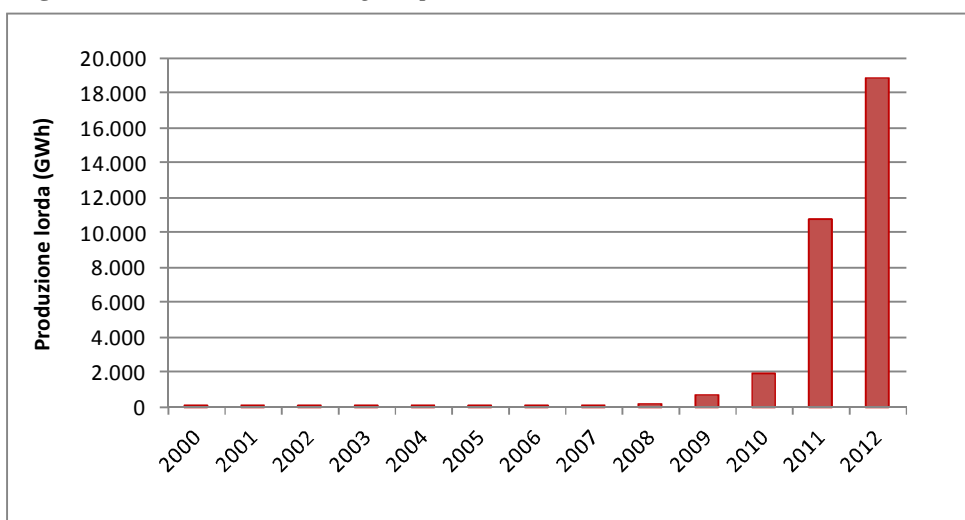
Nel solo anno 2012 è stato installato quanto presente in Italia a fine 2010: più di 148.025 impianti per una potenza aggiuntiva di 3.646 MW.

Figura 10: Impianti installati e potenza efficiente lorda



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

Figura 11: Produzione lorda degli impianti installati (GWh)

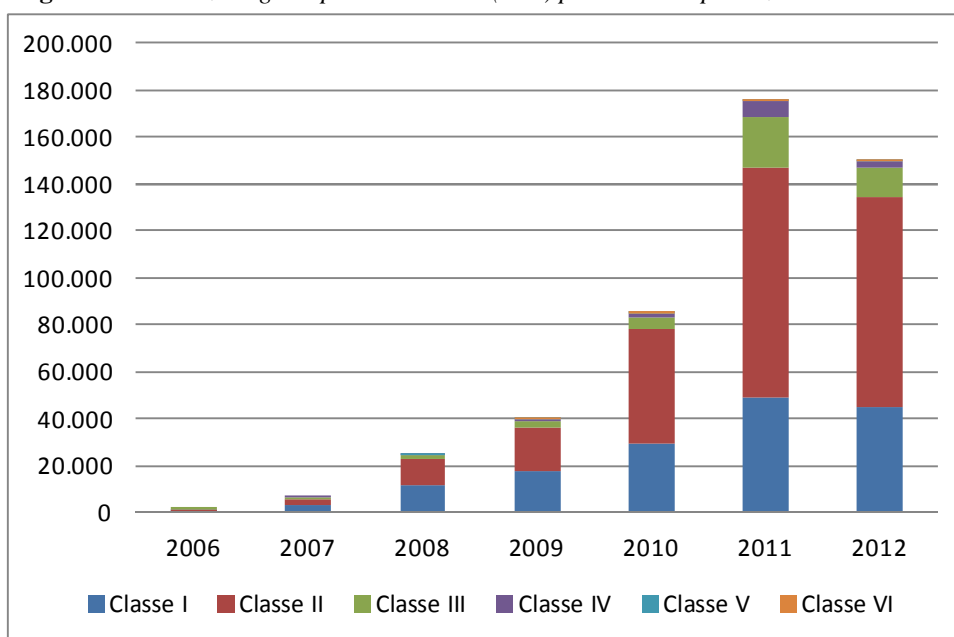


Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

Il parco degli impianti fotovoltaici è costituito prevalentemente da impianti con potenza compresa tra i 3 e i 20 kW. Negli ultimi 7 anni il 56% degli impianti installati è di classe II per una potenza pari 2.116 MW su un totale di 16.420 MW installati, pari a circa il 13%.

Classi di potenza (kW)
$1 \leq P \leq 3$
$3 < P \leq 20$
$20 < P \leq 200$
$200 < P \leq 1.000$
$1.000 < P \leq 5.000$
$P > 5.000$

Figura 12: Potenza degli impianti installati (MW) per classe di potenza



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

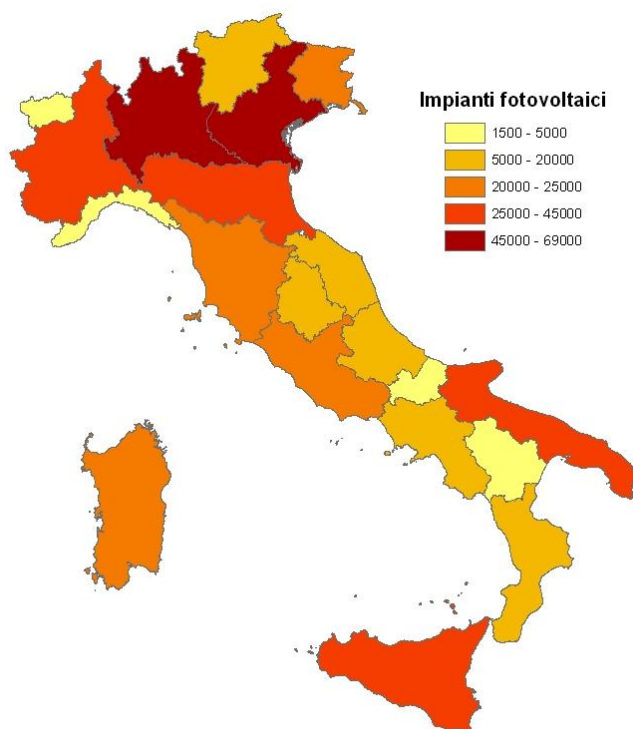
La distribuzione degli impianti sul territorio nazionale non è omogenea. Il maggior numero di impianti si riscontra in Lombardia ed in Veneto (rispettivamente con 68.434 e 64.941 unità pari al 14,3% ed al 13,6% del totale).

Tabella 6: Distribuzione percentuale del numero di impianti fotovoltaici installati

Lombardia	14,3%	Trentino Alto Adige	3,8%
Veneto	13,6%	Marche	3,6%
Emilia Romagna	9,4%	Campania	3,5%
Piemonte	7,1%	Calabria	3,0%
Puglia	7,0%	Abruzzo	2,5%
Sicilia	6,7%	Umbria	2,4%
Lazio	5,6%	Basilicata	1,2%
Toscana	5,2%	Liguria	0,9%
Friuli Venezia Giulia	4,7%	Molise	0,5%
Sardegna	4,7%	Valle d'Aosta	0,3%

Fonte: TERNA, 2012 - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia.

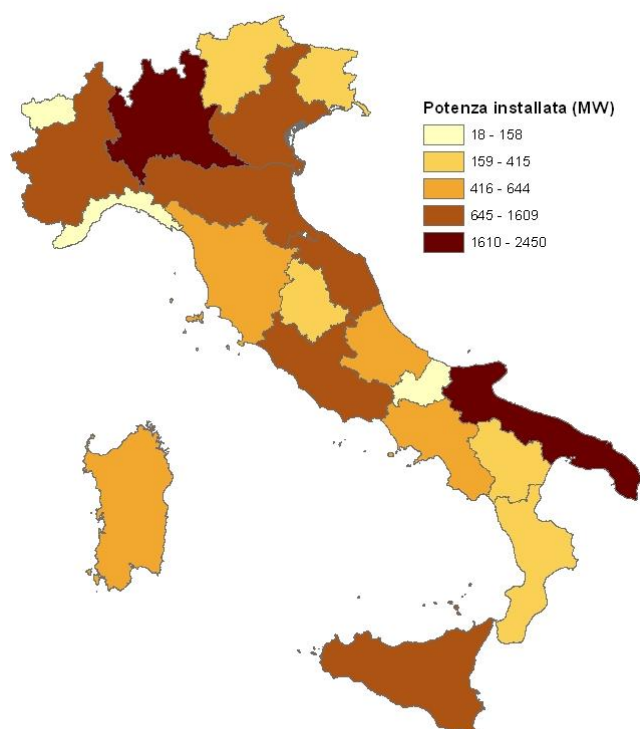
Figura 13: Distribuzione regionale del numero di impianti installati



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La potenza efficiente lorda installata nel 2012 in Italia è pari a 16.420 MW. In Puglia è installata la potenza maggior pari a 2.449 MW, pari a circa il 15% del totale. Segue la Lombardia con circa 1.822 MW e l'Emilia Romagna con circa 1.610 MW.

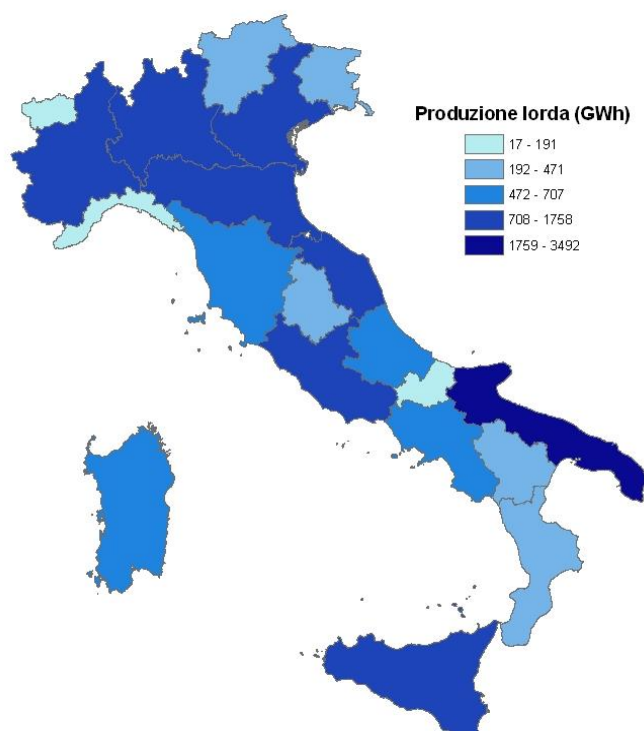
Figura 14: *Distribuzione regionale della potenza (MW) installata*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La produzione degli impianti fotovoltaici in Italia nel 2012 ha raggiunto i 18.862 GWh con un incremento del 75% rispetto all'anno precedente. In Puglia sono stati prodotti 3.491 GWh, circa il 18% del totale, seguono l'Emilia Romagna con 1.758 GWh e la Lombardia con 1.681 GWh.

Figura 15: *Distribuzione regionale della produzione (GWh)*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

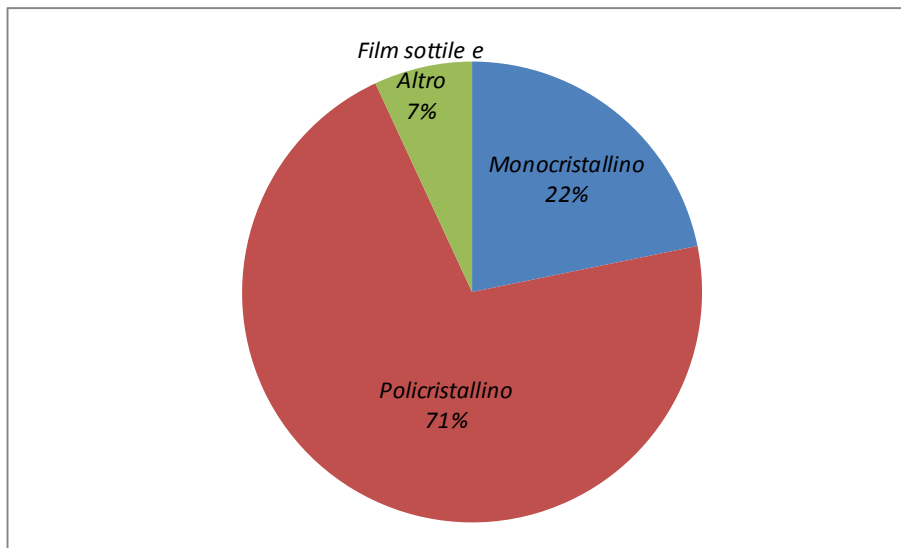
2.2.1.1. Potenza per tipologia di pannello solare

I pannelli solari possono essere di tre tipi:

- ✓ **Pannelli di silicio cristallino** (monocristallino e policristallino): rappresentano i più diffusi. Le celle sono particolarmente efficienti in termini di conversione della radiazione solare incidente in energia elettrica.
- ✓ **Pannelli a film sottile** costituiti da silicio amorfo o da altri materiali. Una caratteristica dei film sottili è la possibilità di utilizzare celle multi giunzione, in cui i vari strati di materiale fotovoltaico sfruttano spettri diversi di radiazione solare aumentandone l'efficienza totale.
- ✓ **Pannelli a concentrazione** caratterizzati da apposite lenti o specchi che convogliano in un unico punto l'energia solare.

Nel grafico seguente si rappresenta la distribuzione percentuale della potenza installata per tipologia di pannello solare.

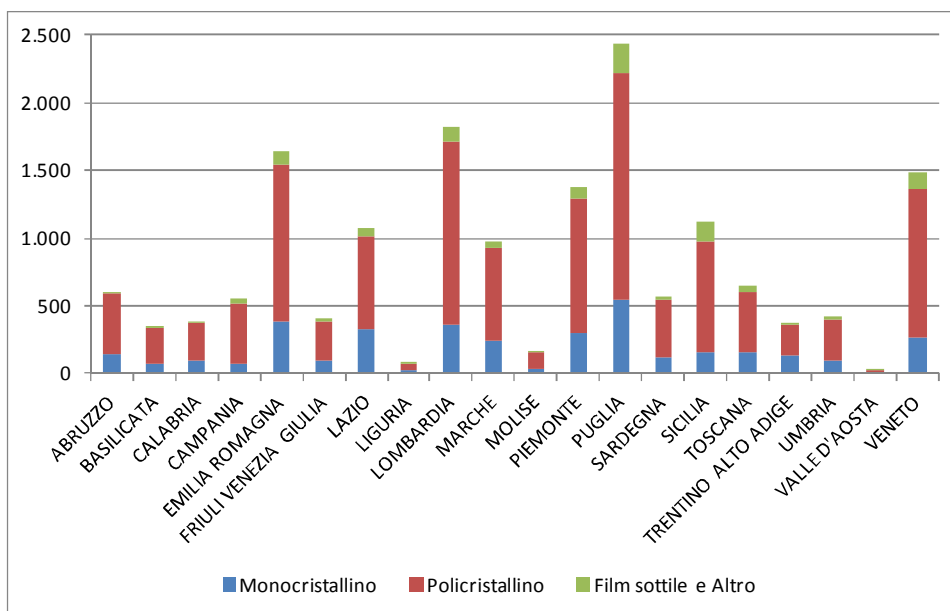
Figura 16: Potenza per tipologia di pannello solare installato



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

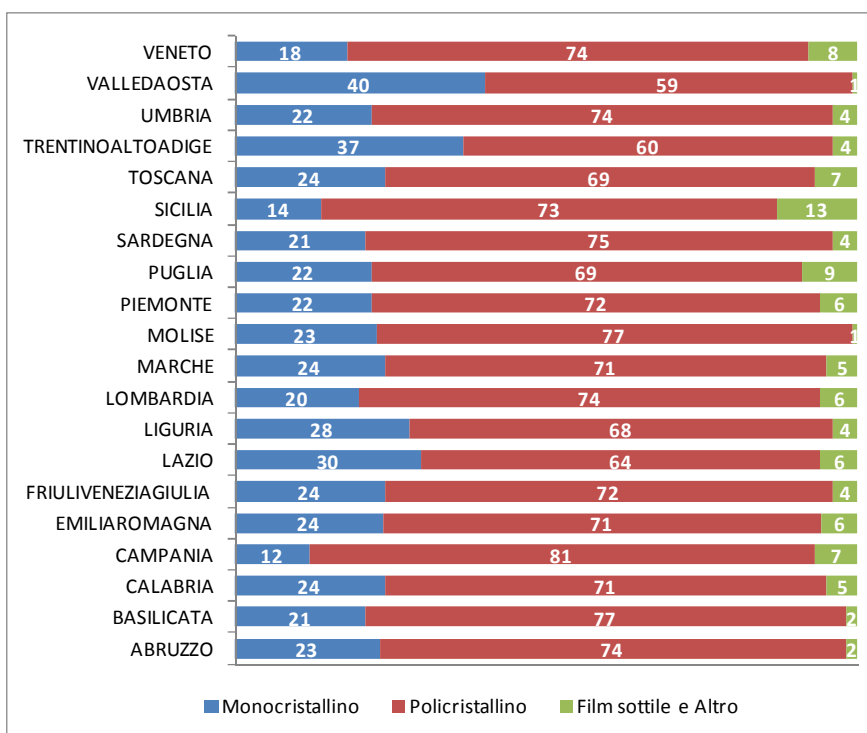
I pannelli a silicio policristallino (pari a 345.022) prevalgono in ogni regione rappresentando su tutto il territorio nazionale il 71% della potenza installata; seguono i pannelli monocristallini (105.362), il cui contributo è del 22% ed infine il film sottile (30.496) utilizzato di rado, il cui contributo è pari a circa il 7%.

Figura 17: Distribuzione regionale della potenza (MW) per tipologia di pannello solare installato



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

Figura 18: Distribuzione regionale della potenza (espressa in percentuale) per tipologia di pannello solare installato

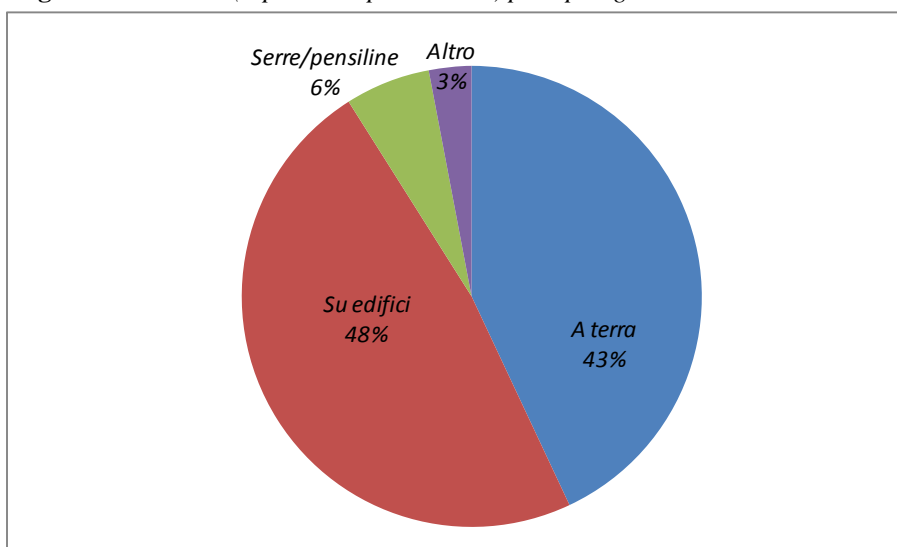


Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

2.2.1.2. Potenza per tipologia di sito

I pannelli solari possono essere posizionati su siti diversi. Nel grafico seguente si rappresenta la distribuzione percentuale della potenza installata per tipologia di sito su cui è installato l'impianto. A livello nazionale il 48% degli impianti è installato su edifici (263.444), il 43% a terra (170.522), il 6% su serre o pensiline (29.476) ed il restante 3% su altri supporti (17.480).

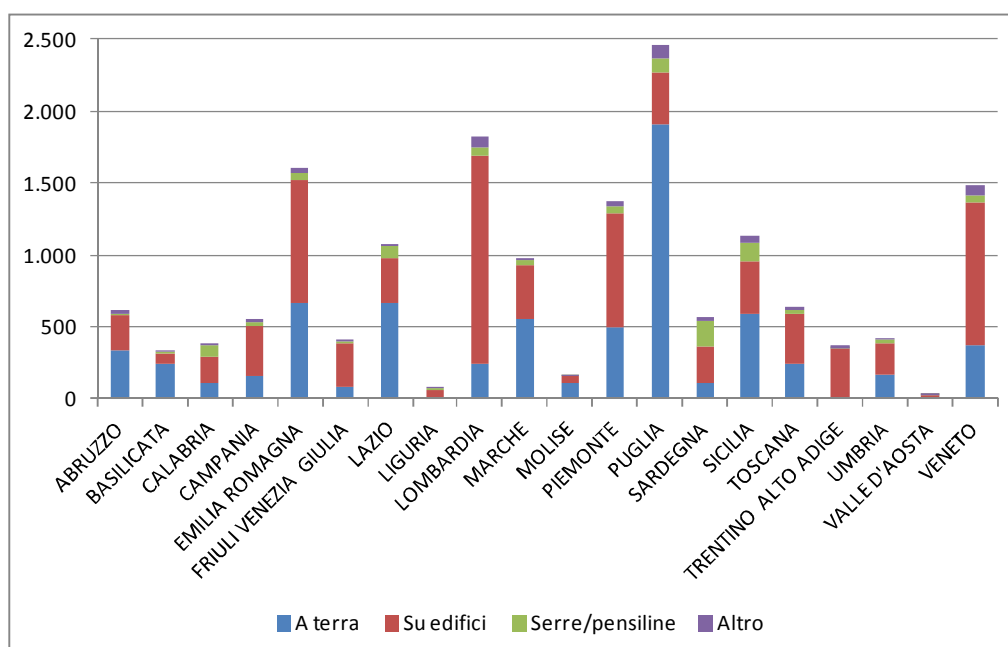
Figura 19: Potenza (espressa in percentuale) per tipologia di sito



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

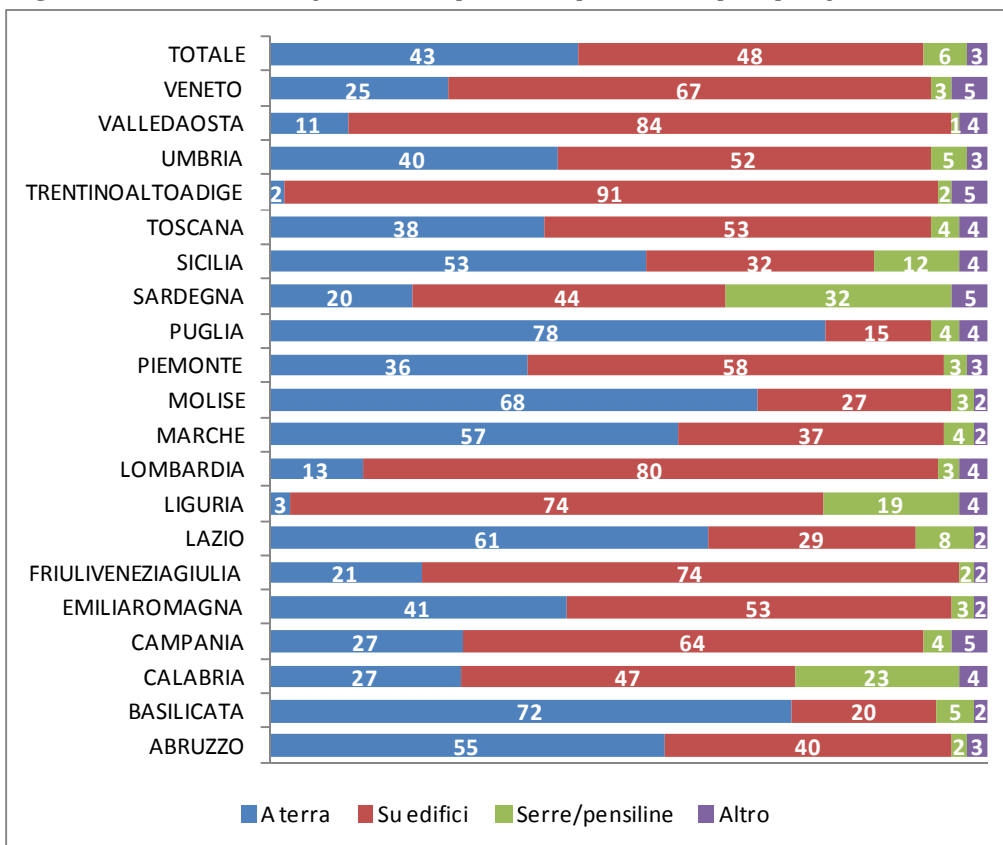
Riguardo alla distribuzione territoriale degli impianti, in quasi tutte le regioni del centro sud è consistente la percentuale di impianti installati a terra con un picco pari al 78% in Puglia; al nord invece prevalgono gli impianti installati su edifici il cui contributo in Trentino Alto Adige raggiunge il 91% seguito dalla Valle d'Aosta (91%) e dalla Lombardia (80%). In Sardegna, Calabria e Liguria raggiungono un modesto contributo anche gli impianti installati su serre e pensiline con valori pari rispettivamente al 32%, 23% e 19%.

Figura 20: Distribuzione regionale della potenza (MW) per tipologia di sito



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

Figura 21: Distribuzione regionale della potenza (espressa in %) per tipologia di sito



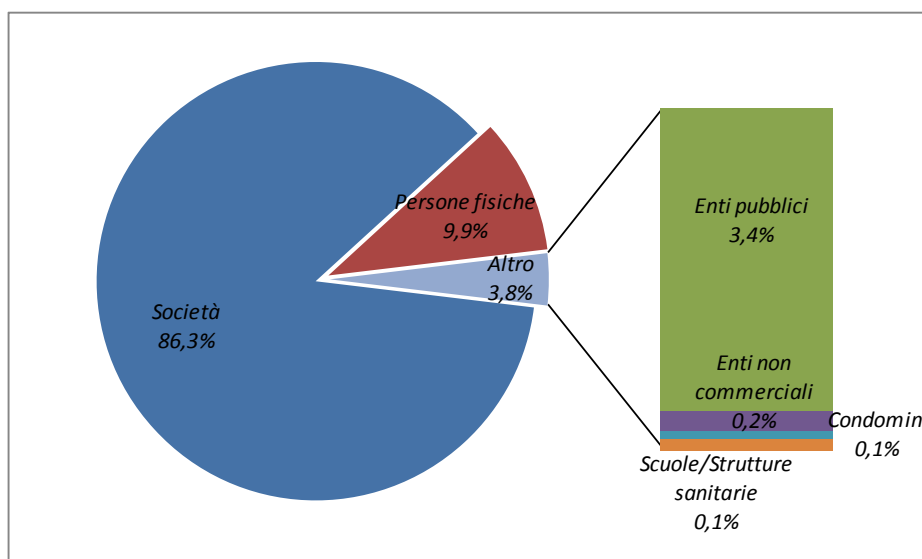
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

2.2.1.3. Potenza per tipologia di soggetto responsabile

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile dell'esercizio e della manutenzione dell'impianto.

Appare evidente, dal grafico seguente, che la maggior parte degli impianti installati sia gestito da società (414.999, per circa l'86%), seguono le persone fisiche (47.604, per quasi il 10%) ed infine una piccola percentuale (pari al 3,8%) fa capo ad altri soggetti tra cui predominano gli enti pubblici (16.350, per il 3,4%), gli enti non commerciali (962, per lo 0,2%) ed infine i condomini, le scuole e le strutture sanitarie (481, per lo 0,1%).

Figura 22: Potenza per tipologia di soggetto responsabile

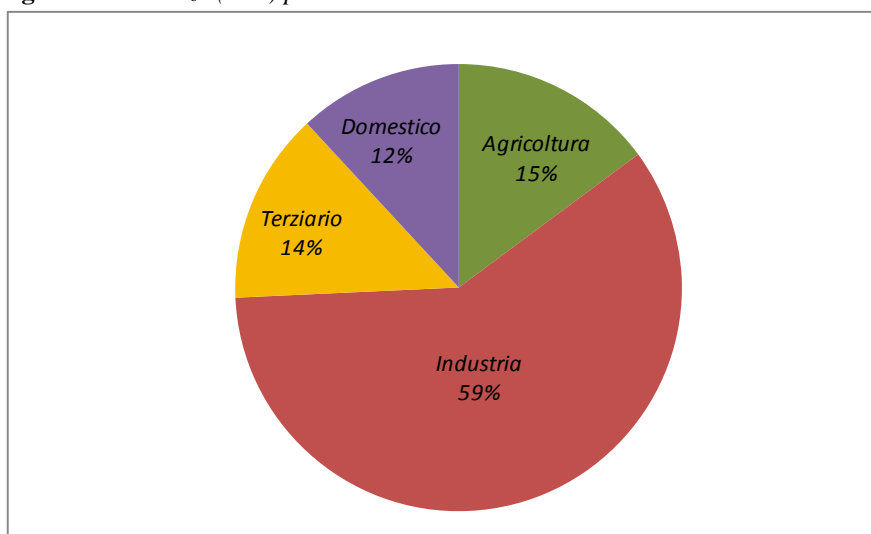


Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

2.2.1.4. Potenza per settore di attività

Per quanto riguarda la distribuzione degli impianti fotovoltaici e della rispettiva potenza installata per settore di attività, l'industria risulta il comparto più rilevante (271.318, con il 59%). In tale settore sono compresi tutti gli insediamenti produttivi, dalle piccole attività manifatturiere ai grossi impianti di produzione di energia elettrica. Segue il settore agricolo (73.998), con un contributo del 15%, il terziario (71.326) con il 14% ed infine il domestico (63.775) con il 12%. Nel settore terziario sono compresi tutti i servizi, dalle pubbliche amministrazioni alle piccole strutture commerciali, il settore alberghiero, ricreativo, culturale etc. Nel settore domestico sono invece compresi tutti gli impianti fotovoltaici installati sulle unità residenziali.

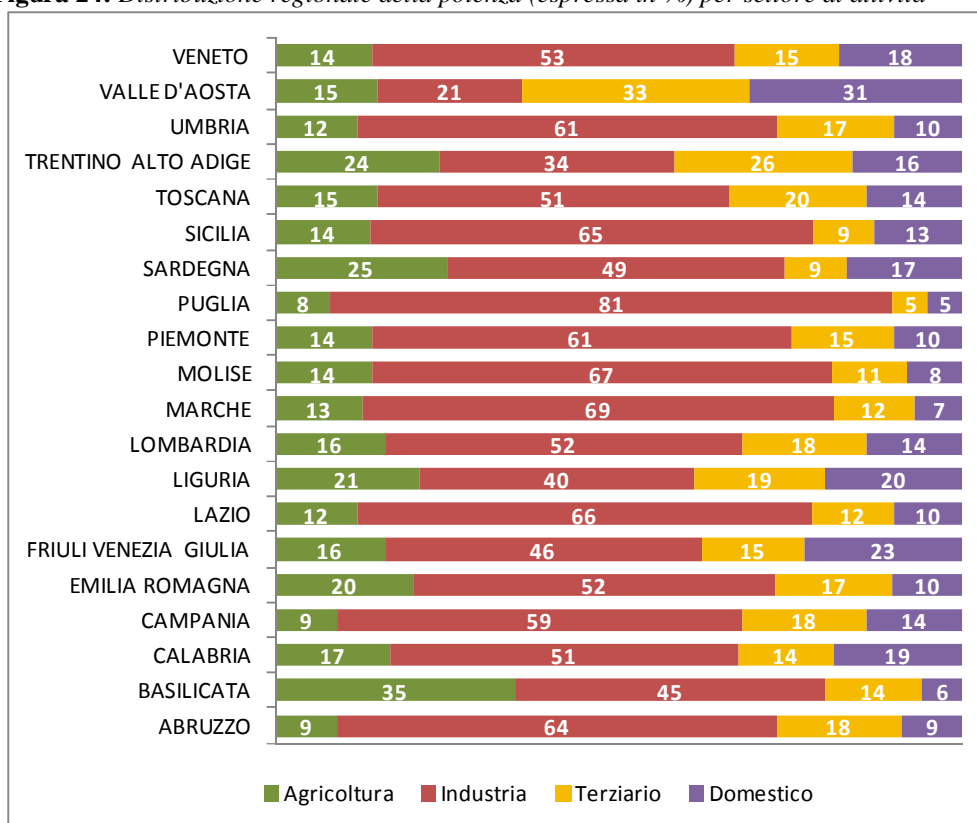
Figura 23: Potenza (MW) per settore di attività



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

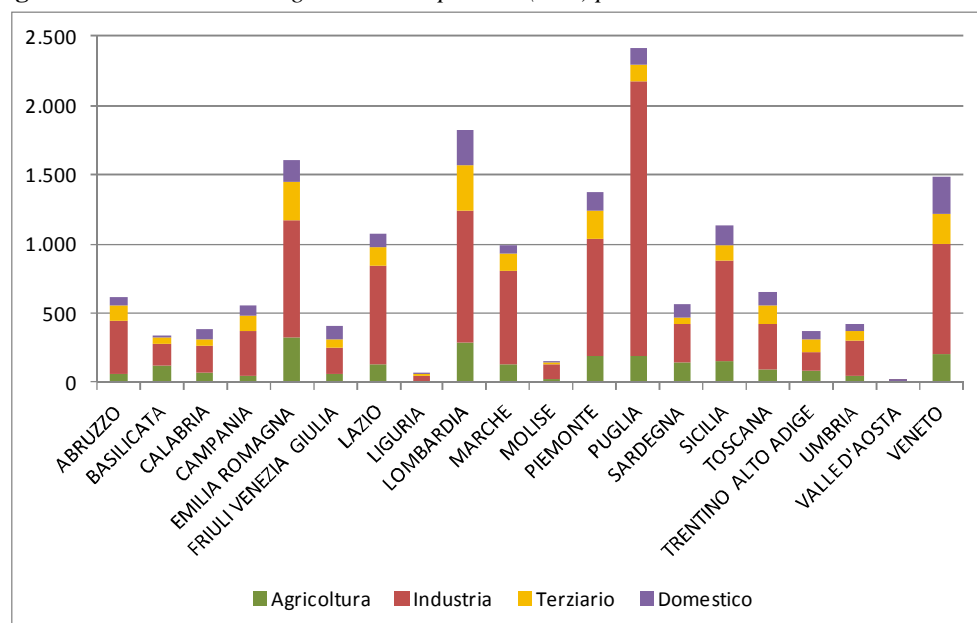
Mentre a livello nazionale il settore industriale contribuisce per più del 50% al totale della potenza lorda installata, a livello regionale raggiunge da un lato un massimo dell'81% in Puglia e un minimo del 21% in Valle d'Aosta. Nel settore agricolo la Basilicata raggiunge il contributo più rilevante (pari al 35%), segue la Sardegna (con il 25%) ed il Trentino Alto Adige (con il 24%) su un totale di 2.395MW. Nel Terziario è la Valle d'Aosta che presenta il maggior numero di impianti, con una incidenza pari al 33%, segue il Trentino Alto Adige (con il 26%) e la Toscana (con il 20%). La potenza totale lorda installata in questo settore è pari a 2.258 MW. Infine nel domestico, la cui potenza è pari a 1.905 MW, il contributo più alto si raggiunge in Valle d'Aosta (con il 31%), segue il Friuli Venezia Giulia (con il 23%) e la Liguria (con il 20%).

Figura 24: Distribuzione regionale della potenza (espressa in %) per settore di attività



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

Figura 25: Distribuzione regionale della potenza (MW) per settore di attività



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

2.3. La biomassa

Di fronte alla crescente dipendenza dell'Europa dai combustibili fossili, il ricorso alla biomassa rappresenta una delle soluzioni principali per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e la sostenibilità dell'energia in Europa.

Per far fronte alla crescente dipendenza dalle importazioni nel campo energetico, l'Unione europea ha avviato una nuova politica energetica, i cui tre obiettivi principali sono la concorrenzialità, lo sviluppo sostenibile e la sicurezza degli approvvigionamenti.

Il piano d'azione per la biomassa della Commissione si inserisce nel contesto di questa politica energetica integrata e coerente e, in particolare, in quello della promozione delle fonti d'energia rinnovabili.

Le biomasse costituiscono da sempre una risorsa fondamentale per le esigenze energetiche dei Paesi meno sviluppati. Oggi, però, sono destinate a svolgere un ruolo decisivo anche nei Paesi avanzati per realizzare un futuro più sostenibile e a ridotte emissioni di CO₂.

Il loro contributo alla domanda finale di energia è infatti in rapida crescita sia in Italia che in Europa, dove peraltro svolgono già un ruolo non marginale per quanto riguarda gli usi termici.

Minore è invece l'importanza che le biomasse hanno finora avuto nel settore della generazione elettrica, nonostante la presenza di un potenziale notevole e la messa a punto di tecnologie avanzate sul piano impiantistico e della tutela ambientale.

Le biomasse impiegate come fonte di energia in linea di principio non producono CO₂, se si trascura una parte inevitabile nel ciclo di trasformazione e rinnovamento delle fonti stesse, tuttavia portano ad un incremento delle emissioni di inquinanti atmosferici, come ossidi di azoto, composti organici volatili e polveri determinando un peggioramento della qualità dell'aria.

Da uno studio condotto dall'ARPA Emilia Romagna (*Indagine sul consumo di biomassa nella Regione Emilia-Romagna*) risulta evidente come le politiche che possono risultare virtuose per contrastare i cambiamenti climatici, riducendo le emissioni di gas serra, possano risultare invece problematiche dal punto di vista delle emissioni di inquinanti atmosferici, producendo un potenziale peggioramento della qualità dell'aria. I piani di azione per la lotta ai cambiamenti climatici e il miglioramento della qualità dell'aria devono quindi procedere in modo sinergico, valutando preventivamente tutti gli aspetti delle azioni intraprese.

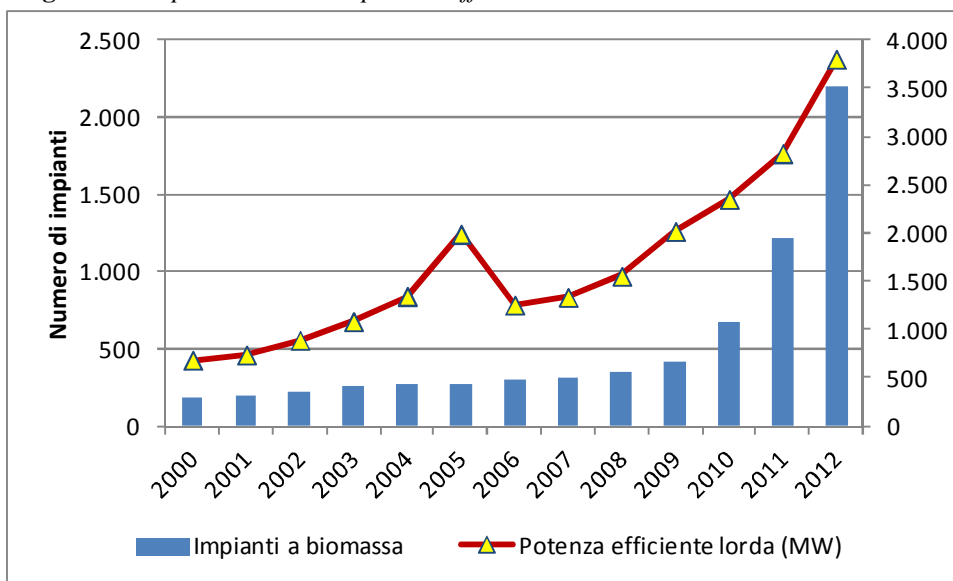
2.3.1. Potenza e numerosità degli impianti a biomassa in Italia

In Italia, la crescita del numero e della potenza degli impianti a biomassa è avvenuta a ritmi sostenuti solo negli ultimi 4 anni. Dal 2000 al 2008 il numero impianti è infatti aumentato solo del 50% (passando da 186 a 352 unità) raggiungendo invece nel 2012 un tasso di crescita dell'81% rispetto all'anno precedente.

Grazie anche alla redditività garantita dagli incentivi, come la tariffa omnicomprensiva, valida per gli impianti sotto il megawatt di potenza, i certificati verdi ed il CIP6, il ruolo di queste fonti sta crescendo.

La potenza efficiente lorda ha raggiunto nel 2012 i 3.801 MW rispetto ai 685 MW installati nel 2000 seguendo un tasso di crescita medio annuo di circa il 17%.

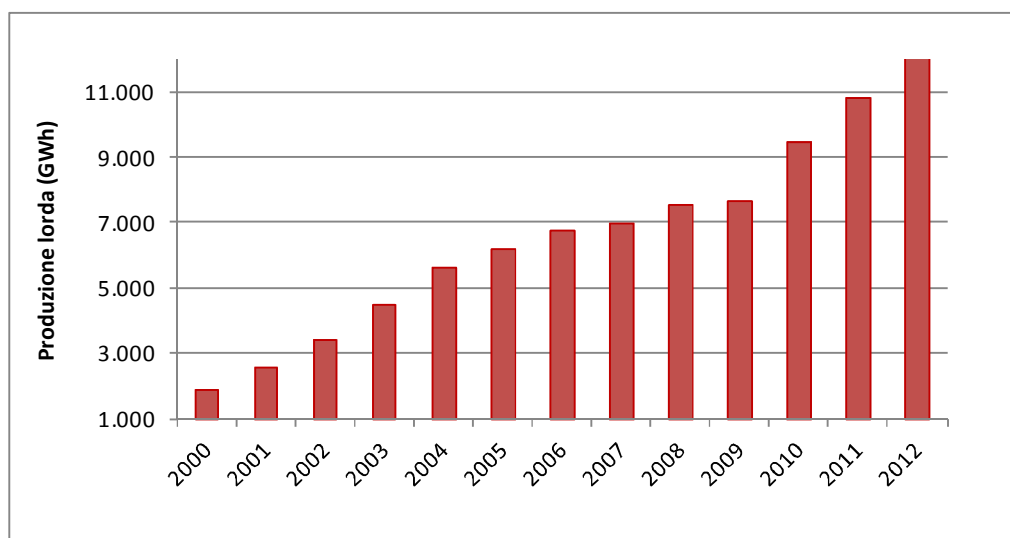
Figura 26: Impianti installati e potenza efficiente lorda



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La produzione lorda degli impianti installati è aumentata quasi costantemente ogni anno, passando da 1.906 GWh nel 2000 a 12.487 GWh nel 2012 mantenendo un tasso di crescita medio del 17,5%.

Figura 27: Produzione lorda (GWh) degli impianti installati



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A

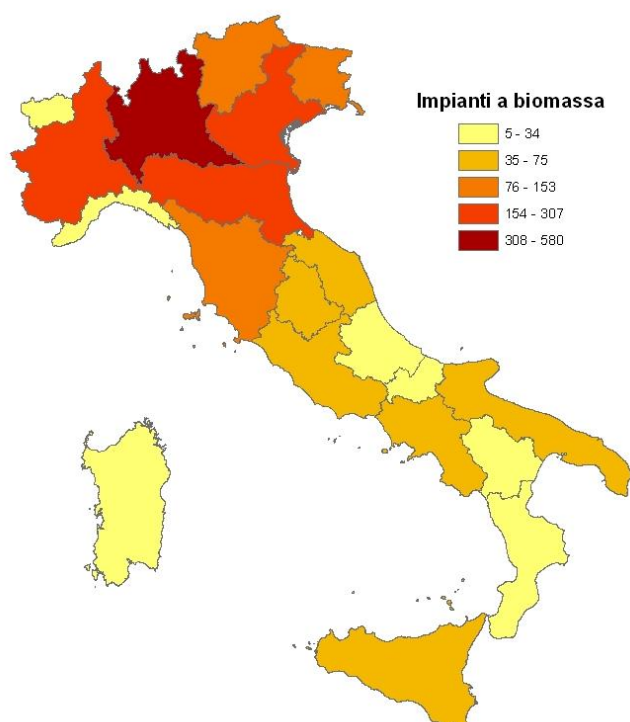
Tabella 7: Distribuzione regionale del numero di impianti installati

Lombardia	26,4%	Puglia	2,2%
Veneto	14,0%	Sicilia	2,0%
Emilia Romagna	12,2%	Campania	1,9%
Piemonte	10,6%	Abruzzo	1,5%
Trentino Alto Adige	7,0%	Calabria	1,4%
Toscana	5,3%	Sardegna	1,3%
Friuli Venezia Giulia	4,1%	Liguria	0,6%
Lazio	3,4%	Basilicata	0,6%
Marche	2,5%	Molise	0,4%
Umbria	2,3%	Valle d'Aosta	0,2%

Fonte: TERNA, 2012 - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia.

La maggior parte degli impianti alimentati a biomassa sono localizzati nel Nord Italia (1.652 impianti pari a circa il 75% del totale), prevalentemente in Lombardia (580 impianti), Veneto (307 impianti), Emilia Romagna (269 impianti) e Piemonte (233 impianti).

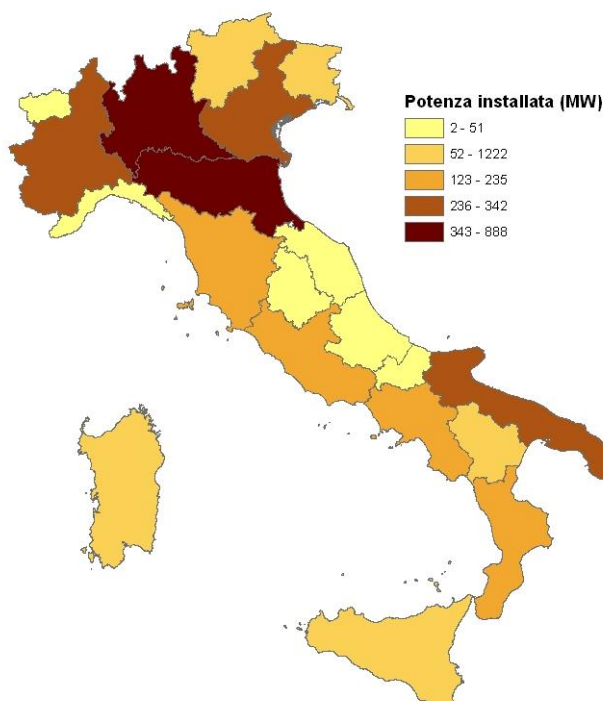
Figura 28: Distribuzione regionale del numero di impianti installati



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

Circa il 61% della potenza lorda installata è situata nel Settentrione, raggiungendo una potenza di oltre 2.300 MW, il 26,6% al Meridione e nelle isole con 251 impianti ed una potenza di 1.012 MW, ed il restante 12,2% nel Centro Italia con 296 impianti ed una potenza di 462 MW.

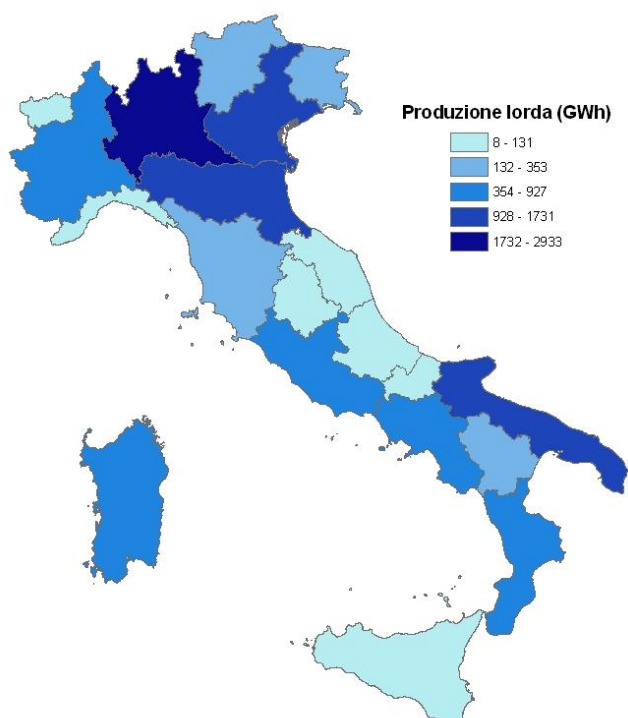
Figura 29: *Distribuzione regionale della potenza (MW) installata*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La produzione lorda, come per la potenza lorda installata, presenta i valori più elevati nel Nord Italia raggiungendo circa 7.340 GWh (con un contributo quasi pari al 59%). Le regioni più virtuose sono la Lombardia, l'Emilia Romagna, il Veneto ed il Piemonte. L'Italia meridionale e peninsulare raggiunge i 4.100 GWh (pari al 32,8% di cui il 1,8% è situato in Puglia) ed infine il centro i 1.047 GWh (pari all'8,4%).

Figura 30: *Distribuzione regionale della produzione (GWh)*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

2.4. Løolico

Un impianto eolico è un impianto che trasforma l'energia del vento in energia elettrica.

Le macchine eoliche di piccola taglia possono essere utilizzate per produrre elettricit  per singole utenze o per gruppi di utenze, collegate alla rete elettrica in bassa tensione oppure isolati dalla rete elettrica.

Un impianto eolico   costituito da un insieme di aerogeneratori di media (600-900 kW) o grande (>1MW) taglia distribuiti sul territorio e connessi tra loro attraverso un cavidotto interrato.

All'impianto eolico, inoltre,   associata una cabina-stazione di consegna che, a sua volta   connessa alla rete elettrica nazionale.

Gli aerogeneratori sono costituiti principalmente da una navicella o gondola, sostenuta da una struttura metallica, a cui   connesso un rotore formato da pale fissate su di un mozzo progettate per sottrarre al vento parte della sua energia cinetica per trasformarla in energia meccanica. Al soffiare del vento il rotore gira e aziona a sua volta il generatore elettrico, tramite un moltiplicatore di giri, che ha la funzione di trasformare l'energia meccanica in energia elettrica. Dal rotore, l'energia cinetica del vento viene trasmessa a un generatore di corrente collegato ai sistemi di controllo e trasformazione tali da regolare la produzione di elettricit  e l'eventuale allacciamento in rete. L'energia elettrica prodotta in navicella viene convogliata, attraverso appositi cavi elettrici al suolo, riceve dove convergono anche i segnali necessari per il controllo del corretto funzionamento dell'aerogeneratore.

Le macchine di media e grande taglia sono utilizzate prevalentemente per realizzare centrali eoliche composte da pi  turbine, collegate alla rete di media o di alta tensione.

La generazione di energia elettrica varia in funzione del vento e della capacit  generativa degli aerogeneratori.

Attualmente le modalit  di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti eolici, collegati alla rete elettrica, sono stabilite dal DM 6 luglio 2012.

Il DM 6 luglio 2012 disciplina, infatti, le modalit  di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, diverse da quella solare fotovoltaica, con potenza non inferiore a 1 kW.

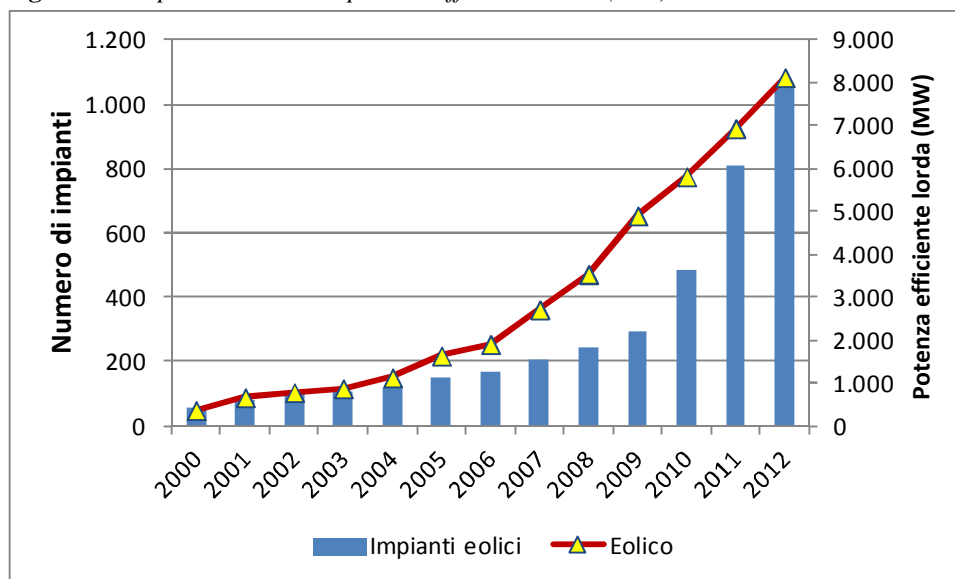
Gli incentivi si applicano agli impianti nuovi, integralmente ricostruiti, riattivati, oggetto di intervento di potenziamento o di rifacimento che entrano in esercizio a partire dal 1  gennaio 2013.

2.4.1. Potenza e numerosit  degli impianti eolici in Italia

In Italia a fine 2012 gli impianti eolici installati erano 1.054. Dal 2000 in poi il tasso di crescita medio annuo   stato di circa il 22% ma negli ultimi anni, in particolar modo nel 2010 e nel 2011, anni in cui sono stati installati ben 513 nuovi impianti, si   assistito ad un forte aumento del parco eolico raggiungendo un picco di crescita di circa il 66% rispetto al 2009.

La potenza efficiente lorda ha raggiunto nel 2012 circa 8.120 MW rispetto ai 363 MW installati nel 2000 seguendo un tasso di crescita medio annuo di circa il 30%.

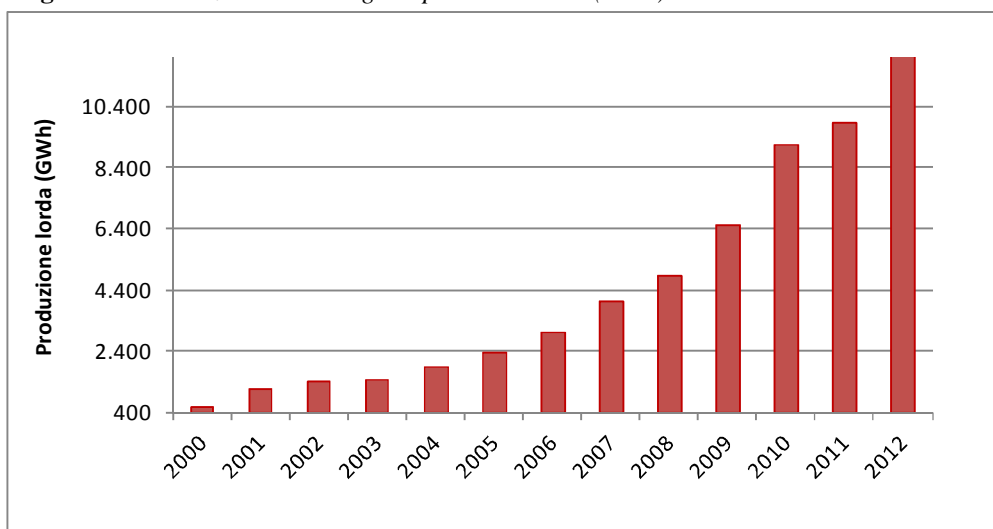
Figura 31: Impianti installati e potenza efficiente lorda (MW)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La produzione lorda degli impianti installati è quasi triplicata dal 2000 al 2003 passando da 563 GWh a circa 1.458 GWh mantenendo successivamente un tasso di crescita medio annuo del 28%.

Figura 32: Produzione lorda degli impianti installati (GWh)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

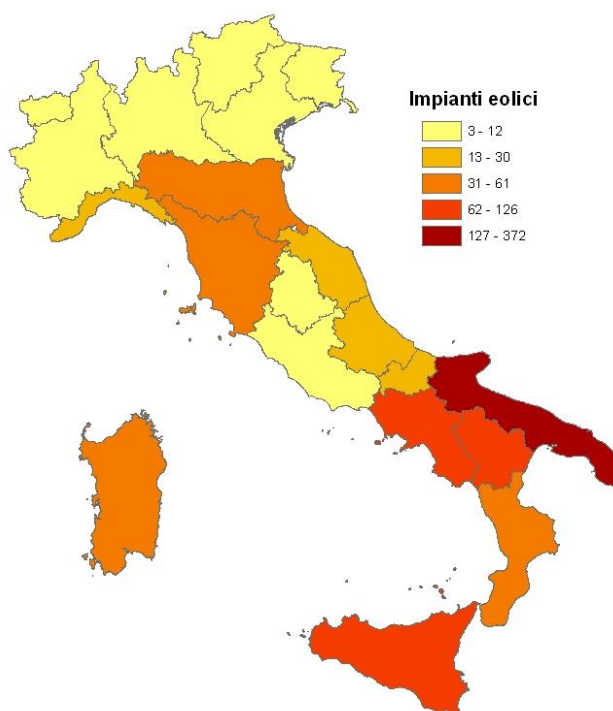
Figura 33: Distribuzione regionale del numero di impianti eolici

Puglia	35,3%	Marche	2,0%
Campania	12,0%	Abruzzo	1,7%
Basilicata	10,4%	Lazio	1,1%
Sicilia	8,7%	Veneto	0,9%
Toscana	5,8%	Trentino Alto Adige	0,8%
Calabria	5,3%	Piemonte	0,7%
Sardegna	4,5%	Umbria	0,5%
Emilia Romagna	4,0%	Lombardia	0,4%
Liguria	2,8%	Friuli Venezia Giulia	0,4%
Molise	2,6%	Valle d'Aosta	0,3%

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La maggior parte del parco eolico è localizzato nel Meridione e nelle isole (con 848 impianti pari a circa l'80% del totale). Emergono la Puglia (con 372 impianti), la Campania (con 126 impianti), la Basilicata (con 110 impianti) e la Sicilia (con 92 impianti).

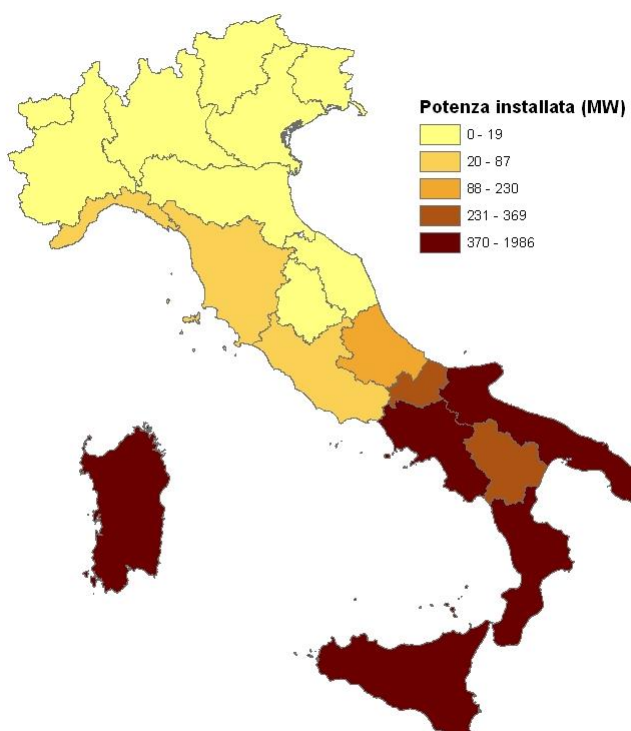
Figura 34: *Distribuzione regionale del numero di impianti eolici*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La potenza lorda installata raggiunge nel meridione e nelle isole circa i 7.900 MW, più del 97% della potenza installata su tutto il territorio nazionale, al centro circa 140 MW (pari all'1,7%) e al nord circa gli 85 MW (pari a poco più dell'1%).

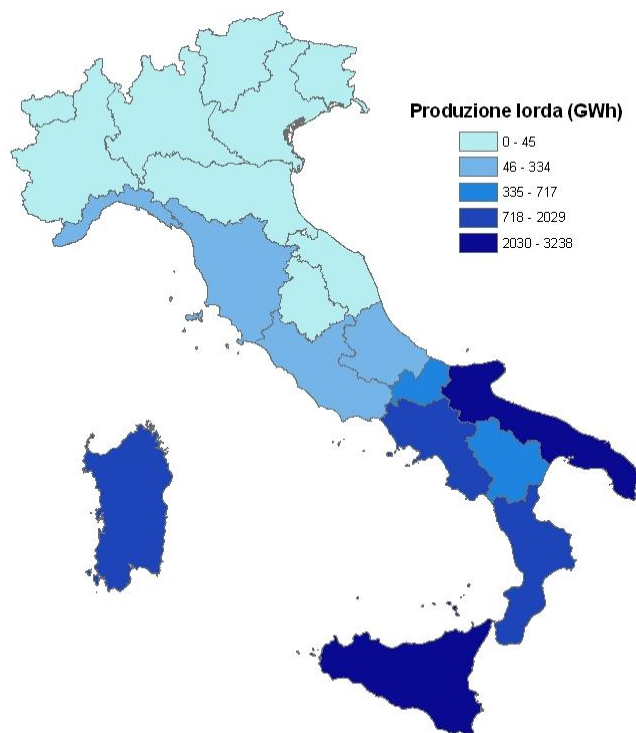
Figura 35: *Distribuzione della potenza efficiente lorda (MW)*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La produzione lorda, come per la potenza lorda installata, presenta i valori più elevati al Sud raggiungendo gli 8.573 GWh (pari al 64% del totale), nelle isole di 4.519 GWh (pari al 34%), al centro di 187 GWh (pari all'1,7%) e al Nord di 129 GWh (pari all'1%).

Figura 36: *Distribuzione regionale della produzione (GWh)*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

2.5. L'idroelettrico

Un impianto idroelettrico è un complesso di opere idrauliche, macchinari, apparecchiature, edifici e servizi destinati alla trasformazione di energia idraulica in energia elettrica.

Un impianto idroelettrico è costituito da una serie di opere posizionate in successione una rispetto all'altra, accoppiate a macchinari in grado di produrre energia elettrica a partire dal movimento della massa d'acqua.

Un impianto idroelettrico generalmente consiste di:

- un sistema di raccolta dell'acqua di forma e di dimensioni adatte alla natura del terreno e al letto del corso d'acqua;
- una condotta forzata di convogliamento e adduzione dell'acqua;
- una turbina, che trasforma l'energia potenziale dell'acqua in energia meccanica;
- un alternatore o generatore, che converte in energia elettrica l'energia meccanica della turbina;
- un sistema di controllo e regolazione della portata d'acqua.

Una volta utilizzata, l'acqua, che non subisce nessuna trasformazione nelle caratteristiche chimico-fisiche, viene restituita al suo corso naturale.

La macchina caratteristica di un impianto idroelettrico è la turbina, evoluzione delle pale dei mulini di un tempo, costruiti sulle rive del fiume, che usavano l'acqua come forza motrice per la macina. Le grandezze che caratterizzano una turbina sono principalmente il salto utile e la portata. Il salto utile è il dislivello misurato in metri tra la quota di pelo libero dell'acqua e quella dello scarico. La portata invece è il volume, misurato in metri cubi, d'acqua che transita attraverso una sezione nel tempo di un secondo. Tutte le turbine sono composte principalmente da tre parti: un organo di immissione e distribuzione dell'acqua, la girante che trasforma l'energia dell'acqua in energia meccanica e lo scarico. Accoppiato solidamente all'albero della turbina troviamo l'alternatore, la macchina elettrica che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica.

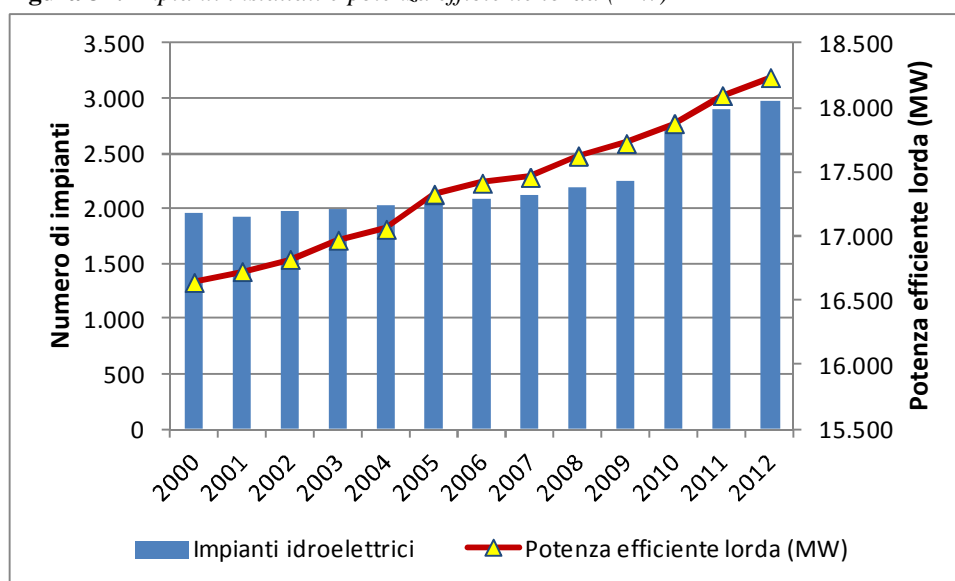
2.5.1. Potenza e numerosità degli impianti idroelettrici in Italia

In Italia a fine 2012 gli impianti idroelettrici installati erano 2.970. Dal 2000 in poi il tasso di crescita medio annuo è stato di circa il 4% tranne che per il 2010 in cui sono stati installati 480 nuovi impianti raggiungendo un picco di crescita del 21,3% rispetto all'anno precedente.

La potenza efficiente lorda ha raggiunto nel 2012 circa 18.232 MW rispetto ai 16.641 MW installati nel 2000 seguendo un tasso di crescita medio annuo di circa lo 0,8%.

Da un'analisi del grafico si evidenzia che, a differenza delle altre fonti rinnovabili, l'evoluzione del parco idrico e della rispettiva potenza lorda installata, ha seguito solo un lieve incremento in questo decennio.

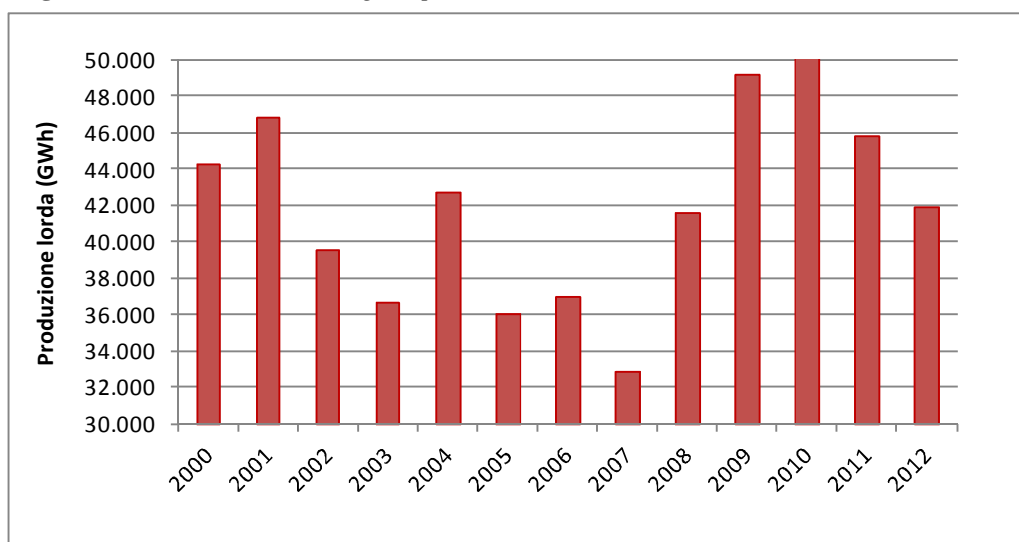
Figura 37: Impianti installati e potenza efficiente lorda (MW)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La produzione lorda degli impianti installati risulta molto variabile a causa della forte dipendenza con i fattori climatologici assumendo un tasso di crescita medio annuo compreso tra il -15% ed il +27%. Nel 2010 si raggiunge il picco massimo, anno eccezionale dal punto di vista dell'idraulicità, pari a 51.116 GWh, per poi decrescere nuovamente nei due anni successivi.

Figura 38: Produzione lorda degli impianti installati (GWh)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

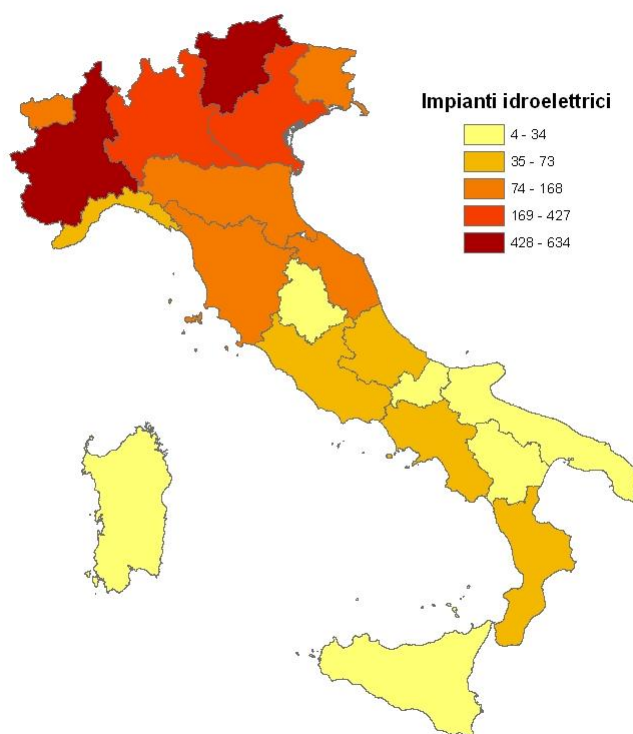
Tabella 8: *Distribuzione regionale del numero di impianti installati*

Piemonte	21,3%	Liguria	2,0%
Trentino Alto Adige	19,8%	Abruzzo	1,9%
Lombardia	14,4%	Calabria	1,6%
Veneto	9,5%	Campania	1,4%
Friuli Venezia Giulia	5,7%	Umbria	1,1%
Toscana	4,6%	Molise	1,0%
Marche	4,5%	Sardegna	0,6%
Emilia Romagna	3,8%	Sicilia	0,6%
Valle d'Aosta	3,3%	Basilicata	0,3%
Lazio	2,5%	Puglia	0,1%

Fonte: TERNA, 2012 - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia.

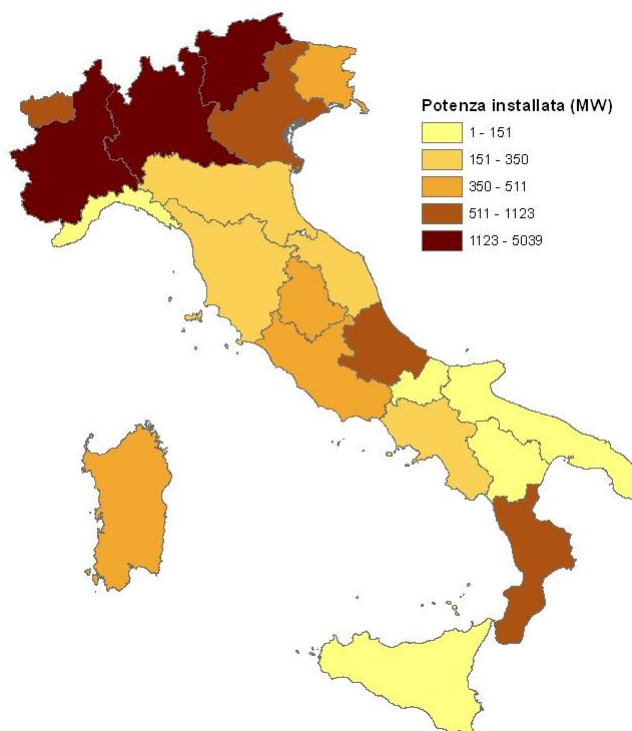
La maggior parte del parco idroelettrico installato in Italia è situato al Nord, prevalentemente in Piemonte (634 impianti), Trentino Alto Adige (588 impianti) e Lombardia (427 impianti) raggiungendo in queste tre regioni quasi il 60% della potenza totale lorda installata su tutto il territorio nazionale.

Figura 39: *Distribuzione regionale del numero di impianti installati*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

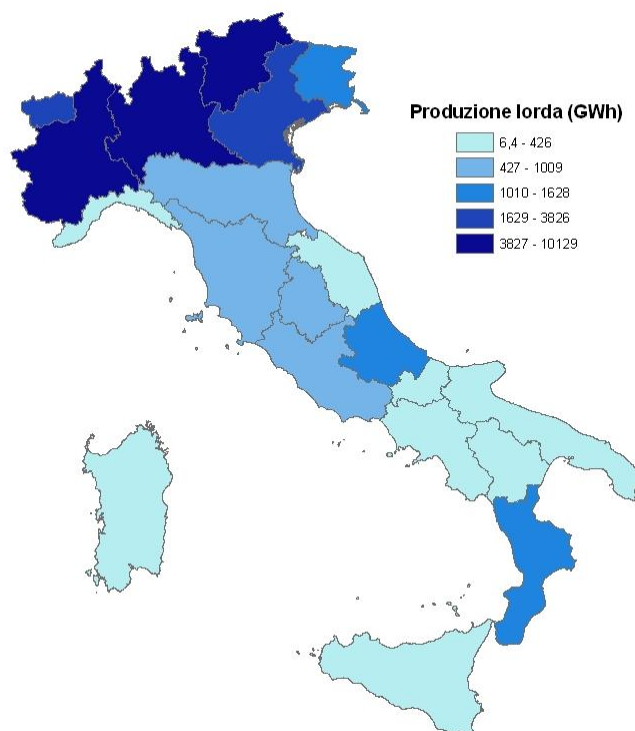
Figura 40: *Distribuzione regionale della potenza (MW) installata*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La produzione idraulica lorda, come per la potenza lorda installata, raggiunge al Nord 35.440 GWh (con un contributo pari all'84% della produzione totale lorda), al centro circa 2.710 GWh (pari al 6.5%), al sud 3.316 GWh (pari all'8%) e nelle isole 410 GWh (pari solo all'1%).

Figura 41: *Distribuzione regionale della produzione (GWh)*



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

2.6. Il geotermoelettrico

Un impianto geotermoelettrico è un impianto in grado di sfruttare il calore presente negli strati più profondi della crosta terrestre generato dai processi di decadimento nucleare naturale degli elementi radioattivi presenti nel terreno quali l'uranio, il torio ed il potassio.

Lo sfruttamento dell'energia geotermica per la produzione di energia elettrica avviene solamente in alcune zone in cui il gradiente termico è nettamente superiore a quello medio: ciò è dovuto alla presenza, non lontano dalla superficie (5 ÷ 10 km), di masse magmatiche fluide o già solidificate in via di raffreddamento. Si calcola che l'energia termica contenuta entro i primi 5 km di profondità sia notevolmente superiore agli attuali fabbisogni mondiali. Si tratta però di energia fortemente dispersa e solo raramente recuperabile in condizioni economicamente vantaggiose.

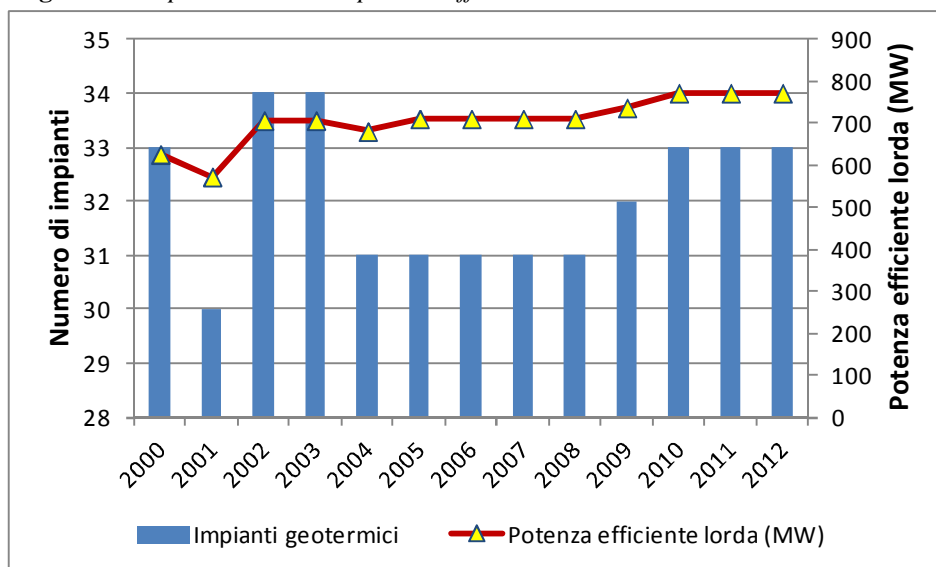
Il costo di un impianto geotermico è considerevolmente più alto di quello di un impianto dello stesso tipo alimentato con combustibili convenzionali. Il costo dell'energia utilizzata da un impianto geotermico è molto più basso di quello dell'energia fornita dai combustibili tradizionali e corrisponde soprattutto ai costi di manutenzione degli elementi dell'impianto. Si stima che nella energia geotermica il 50% del costo sia legato alla ricerca ed alla perforazione dei pozzi di produzione e di reiniezione.

I principali vantaggi, soprattutto rispetto alle altre fonti rinnovabili, sono la relativa costanza nel tempo, l'assenza di fluttuazioni meteorologiche (diurne o stagionali) e in zone caratterizzate da anomalie termiche (vulcanesimo secondario) ha valori di interesse economico elevato. Già dai primi anni del novecento in Italia sono stati realizzati i primi impianti geotermici e sono tutti localizzati in Toscana nelle provincie di Pisa, Siena e Grosseto. A Larderello nel 1904 ci fu il primo tentativo di produrre elettricità dall'energia contenuta nel vapore. Nel 1913 fu avviato l'impianto con una potenza installata di 250 kW. Nel 1942, la potenza geotermoelettrica installata a Larderello aveva raggiunto 127.650 kW.

2.6.1. Potenza e numerosità degli geotermici in Italia

Le sorgenti geotermoelettriche in Italia sono rimaste pressoché invariate nel tempo. La potenza installata a fine 2012 rappresenta solo l'1,6% della potenza lorda di tutti gli impianti alimentati da fonti rinnovabili in Italia. Come mostrato nel grafico seguente, la variabilità del numero degli impianti e della potenza installata è estremamente limitata. La potenza efficiente lorda ha raggiunto nel 2012 circa 772 MW rispetto ai 626 MW installati nel 2000 seguendo un tasso di crescita medio annuo di circa il 2%.

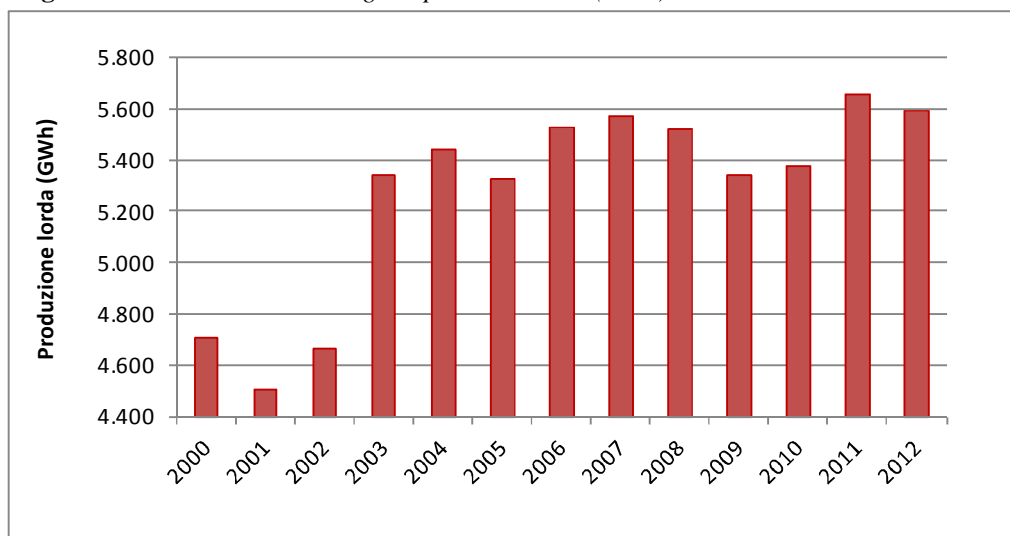
Figura 42: Impianti installati e potenza efficiente lorda



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

La produzione lorda ha raggiunto nel 2012 i 5.592 GWh mantenendo dal 2000 un tasso di crescita medio annuo di circa l'1,6%.

Figura 43: Produzione lorda degli impianti installati (GWh)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

In Italia l'unica regione in cui sono presenti impianti geotermici è la Toscana in cui sono localizzati 33 impianti (15 in provincia di Pisa, 10 in provincia di Siena e 8 in provincia di Grosseto) per una potenza totale lorda di 772MW ed una produzione di circa 5.592 GWh.

	<i>N° sorgenti</i>	<i>Potenza efficiente lorda (MW)</i>	<i>Produzione lorda (GWh)</i>
Toscana	33	772	5591,7

Fonte: TERNA, 2012 - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia.

3. IL RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E LE FONTI RINNOVABILI

In Italia negli ultimi vent'anni si è registrata una riduzione delle emissioni di alcuni inquinanti in atmosfera. I livelli di biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), benzene e piombo (Pb), che fino ad alcuni anni fa erano critici sono ad oggi ben al di sotto dei rispettivi valori limite.

Gli inquinanti che continuano ad essere problematici, non solo in Italia ma anche negli altri Stati europei, sono il materiale particolato PM₁₀ e PM_{2,5} ed il biossido di azoto (NO₂).

In materia di qualità dell'aria, il Decreto Legislativo 155/2010, con cui è stata recepita la Direttiva 2008/50/CE, consolida l'obbligo per Regioni e Province autonome di predisporre piani per la qualità dell'aria contenenti misure di risanamento qualora si verificino superamenti dei valori limite SO₂, CO, benzene, Pb, PM₁₀ e il valore obiettivo del PM_{2,5}.

Regioni e Province autonome hanno inoltre l'obbligo di adottare le misure necessarie ad agire sulle sorgenti di emissione in caso di superamento dei valori obiettivo di arsenico (As), nichel (Ni), cadmio (Cd) e benzo(a)pirene, e dei livelli critici per la protezione della vegetazione per NO₂ e SO₂ (Art. 9).

Il decreto inoltre stabilisce, diversamente dalla norma precedente, che tali piani e misure devono essere adottati nell'area di superamento³, e che devono agire, *secondo criteri di efficienza ed efficacia*, lì dove si trovano le sorgenti di emissione che influenzano l'area (anche si tratta di zone o agglomerati diversi da quelli interessati dai superamenti).

Come già previsto dalla normativa precedente, Regioni e province autonome devono inviare al MATTM e all'ISPRA, mediate la trasmissione di un apposito questionario (nel seguito denominato questionario PPs), le informazioni contenute nei Piani di qualità dell'aria secondo il formato stabilito dalla Decisione 2004/224/CE⁴, entro 18 mesi dalla fine dell'anno in cui sono stati registrati i superamenti dei suddetti valori limite o obiettivo.

Nel presente capitolo si riportano le informazioni relative all'adozione, sia a livello nazionale che regionale, delle misure volte alla promozione di fonti energetiche rinnovabili dal 2005 al 2010, indicate all'interno dei questionari trasmessi alla data del 31/12/2012.

3.1. Misure adottate a livello nazionale

Le attività responsabili delle emissioni in atmosfera possono essere molteplici e di varia natura, pertanto le misure per il contenimento di tali emissioni differiscono tra loro in primo luogo per la tipologia di sorgente sulla quale vanno ad incidere.

Le misure comunicate da Regioni e Province autonome all'interno dei questionari PPs sono state dunque classificate, a seconda della sorgente emissiva sulla quale intervengono, in cinque settori d'intervento:

- ✓ Trasporti
- ✓ Energia

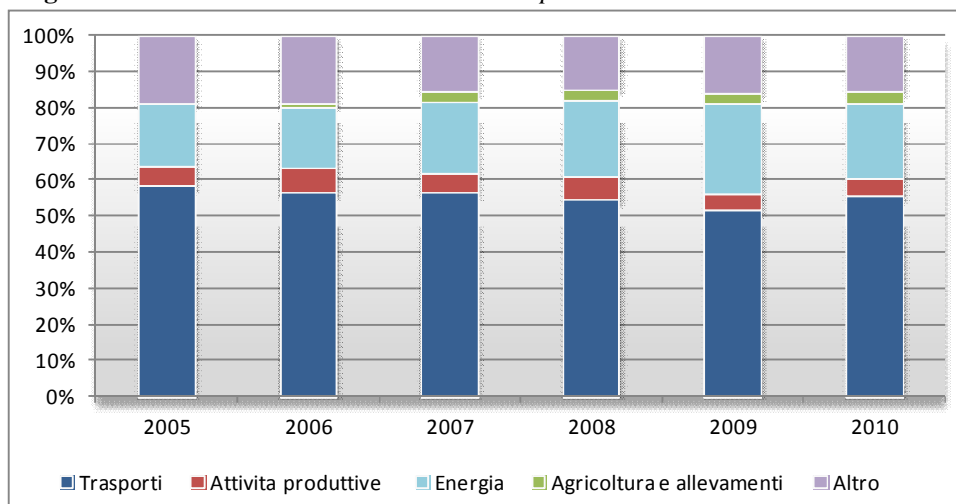
³ Area di superamento: area che ricade all'interno della zona o dell'agglomerato in cui sono stati registrati i superamenti (art.2, DLgs 155/2010)

⁴ Dal 1° gennaio 2014, secondo quanto stabilito dalla Decisione 2011/850/CE, la Decisione 2004/224/CE sarà abrogata e quindi saranno modificati le modalità e il formato per la trasmissione delle informazioni.

- ✓ Attività produttive
- ✓ Agricoltura ed allevamenti
- ✓ Altro (redazione di piani di azione e aggiornamento dei piani di qualità dell'aria, misure di informazione e comunicazione ai cittadini, progetti e studi di ricerca).

Nella Figura 44 si riporta il trend delle misure comunicate, dal 2005 in poi, per ciascun settore d'intervento.

Figura 44: Trend delle misure adottate in Italia per settore di intervento

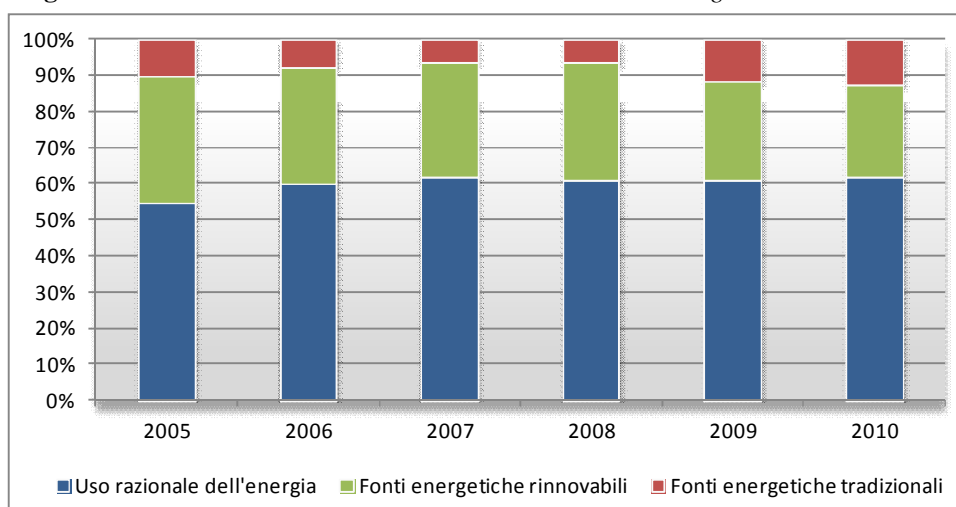


Fonte: Elaborazione ISPRA su dati dichiarati dalle regioni e province autonome

Dall'analisi delle informazioni che regioni e Province autonome hanno trasmesso negli ultimi anni, si osserva una diminuzione degli interventi adottati nel settore trasporti, che restano comunque quelli più numerosi, ed un aumento di quelli che interessano i settori energia e l'agricoltura/allevamenti.

I provvedimenti adottati in questo settore ricadono in tre tipologie d'intervento che promuovono un "Uso più razionale dell'energia", l'impiego di "Fonti energetiche rinnovabili" e l'adozione misure di riduzione delle emissioni derivanti dall'utilizzo delle "Fonti energetiche tradizionali" (vedi Figura 45).

Figura 45: Trend delle misure adottate in Italia nel settore Energia

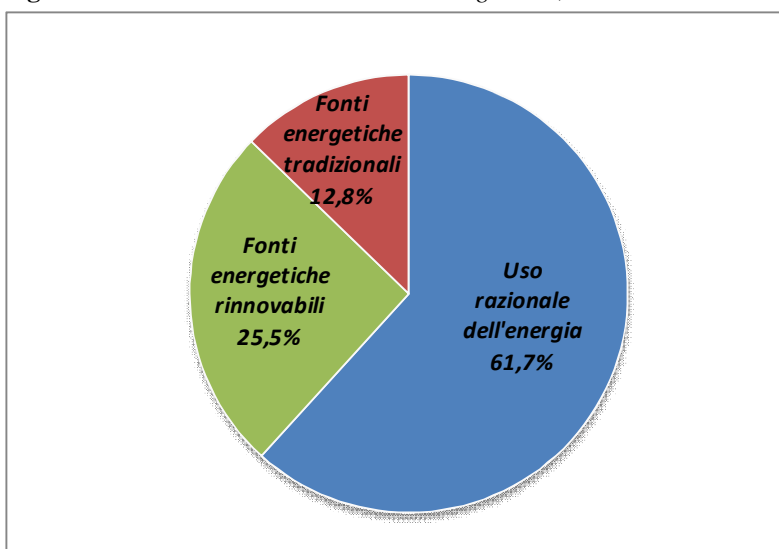


Fonte: Elaborazione ISPRA su dati dichiarati dalle regioni e province autonome

Nel 2010 circa il 20% delle misure comunicate riguarda il settore Energia. I provvedimenti più adottati (58 su 94) sono quelle che rientrano nella prima tipologia di intervento e cioè un uso razionale dell'energia raggiungendo un contributo quasi pari al 62% (vedi Figura 46).

Il dato può non sorprendere considerando lo sforzo che l'Unione Europea ha fatto per incentivare il risparmio energetico in campo edile: a tale proposito nel febbraio 2012 l'UE ha emesso il documento di consultazione "sostegno finanziario per l'efficienza energetica degli edifici" centrato proprio sull'efficienza e sul risparmio energetico. La consultazione pubblica, rivolta agli stati membri, al settore finanziario, al settore dell'edilizia, al settore energetico, alle organizzazioni non governative, ai proprietari di immobili, ha lo scopo di migliorare il sostegno finanziario per incentivare le misure di efficienza energetica negli edifici, in vista dell'obiettivo "Europa 20-20-20".

Figura 46: Misure adottate nel settore Energia nell'anno 2010



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati dichiarati dalle regioni e province autonome

L'uso razionale dell'energia prevede l'adozione di misure volte alla conservazione, risparmio ed eliminazione degli sprechi rispetto ai consumi energetici. Nel settore residenziale e commerciale i consumi riguardano il riscaldamento e la climatizzazione degli edifici, la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione e l'uso di elettrodomestici.

Le misure più adottate in questo settore sono:

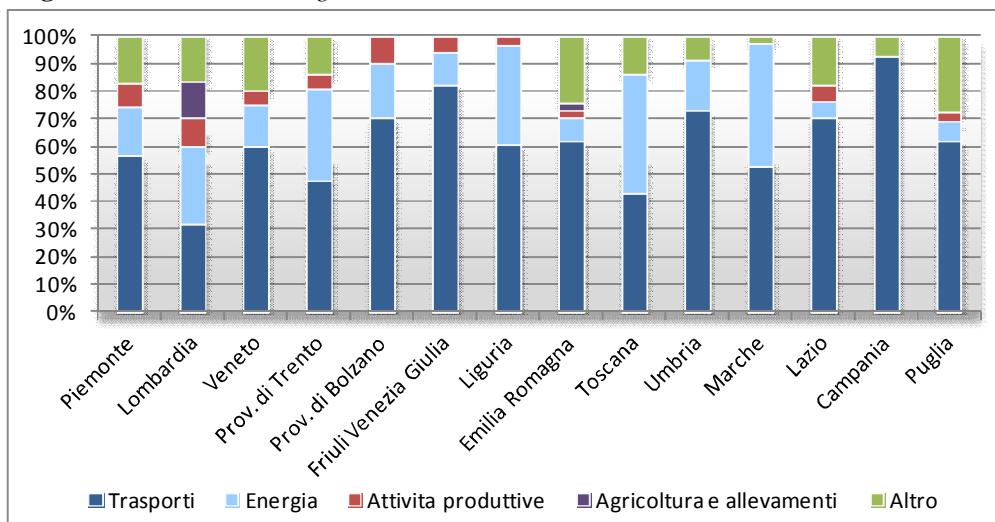
- ✓ Certificazione energetica degli edifici: questa categoria può comprendere incentivi, contributi in conto interesse e inserimento di nuovi parametri valutativi nei regolamenti edilizi comunali.
- ✓ Sostituzione di caldaie ed elettrodomestici ó Tale categoria comprende campagne di sensibilizzazione, linee guida per l'assetamento delle verifiche sullo stato di manutenzione ed esercizio degli impianti termici, obbligo di applicare dispositivi per la termoregolazione e la contabilizzazione autonoma del calore in tutti gli impianti di riscaldamento centralizzato.
- ✓ Metanizzazione ó Questa categoria comprende campagne di sensibilizzazione e concessione di contributi finalizzati all'installazione di caldaie a metano in sostituzione di caldaie alimentate con oli o combustibili fossili.

Gli interventi volti a potenziare l'uso delle fonti energetiche rinnovabili rappresentano circa il 25% del totale, mentre l'adozione misure di riduzione delle emissioni derivanti dall'utilizzo delle "fonti energetiche tradizionali" raggiunge quasi il contributo del 13%. In tale ambito

rientrano le misure di incremento della potenza termica nominale della rete e la realizzazione di impianti di teleriscaldamento e di cogenerazione.

Scendendo nel dettaglio regionale si può osservare che nel 2010 in diverse regioni, come Lombardia, Marche e Toscana, le misure adottate nel settore energia sono confrontabili con quelle del settore trasporti (vedi Figura 47).

Figura 47: Distribuzione regionale delle misure adottate nell'anno 2010

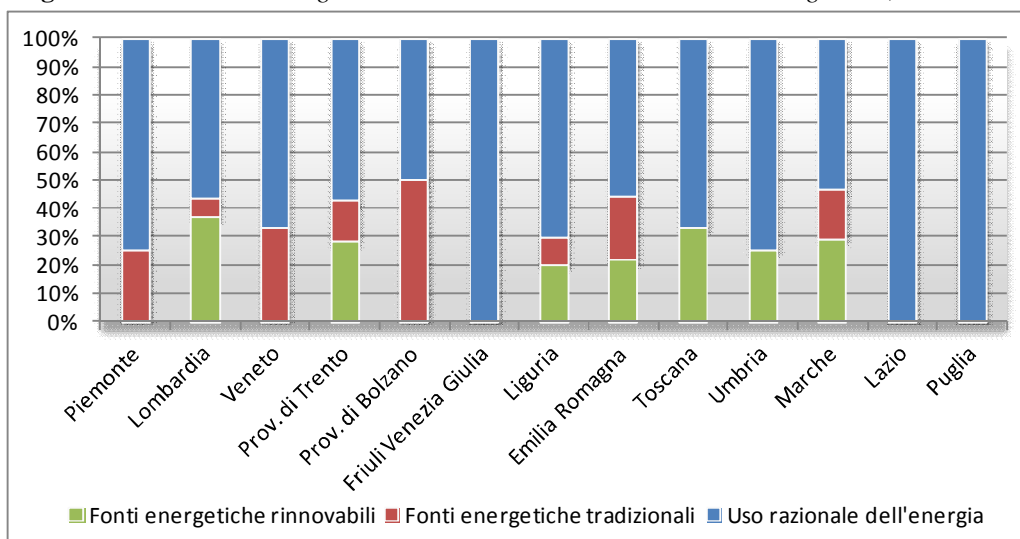


Fonte: Elaborazione ISPRA su dati dichiarati dalle regioni e province autonome

Da un'analisi delle misure adottate dalle singole regioni nel settore "Energia" appare evidente che in tutto il territorio nazionale i provvedimenti volti ad un uso razionale dell'energia risultano i più diffusi (vedi Figura 48).

Riguardo all'adozione di misure volte all'uso delle fonti energetiche rinnovabili, la Lombardia, la Toscana, la provincia autonoma di Trento e le Marche risultano le regioni più attive.

Figura 48: Distribuzione regionale delle misure adottate nel settore Energia nell'anno 2010



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati dichiarati dalle regioni e province autonome

BIBLIOGRAFIA

- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2012*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2011*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2010*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2009*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2008*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2007*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2006*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2005*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2004*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2003*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2002*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2001*
- Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 2000*
- GSE, 2012, *Impianti a fonti rinnovabili ó Rapporto statistico 2011*
- GSE, 2012, *Il Solare fotovoltaico ó Rapporto statistico 2012*
- U.S. Energy Information Administration (EIA), *World Energy Outlook 2013*
- Marco Deserti, Simonetta Tugnoli ó ARPA Emilia Romagna, *Emissioni di gas serra e Riscaldamento a legna*, Ecoscienza Numero 2 Anno 2012
- Marco Deserti, Simonetta Tugnoli ó ARPA Emilia Romagna, *Risultati dell'indagine sul consumo domestico di biomassa legnosa in Emilia-Romagna e valutazione delle emissioni in atmosfera*
- Antonella De Santis, Mariacarmela Cusano, Cristina Sarti ó ISPRA, *Misure di risanamento della qualità dell'aria relative al settore residenziale e commerciale - Rapporto 164/2012*
- <http://www.qualenergia.it/articoli/20130319-biomasse-e-biogas-un-mondo-che-deve-cambiare>
- <http://www.gse.it/it/Statistiche/RapportiStatistici/Pagine/default.aspx>
- http://www.terna.it/default/Home/SISTEMA_ELETRICO/statistiche.aspx

