



# L'eolico

## Rapporto statistico 2009

Agosto 2010



# Indice

Introduzione .....	2
Definizioni.....	3
Impianti eolici.....	4
Schema impianto eolico .....	5
Numerosità e potenza degli impianti eolici in Italia .....	6
Evoluzione della numerosità e della potenza degli impianti eolici in Italia .....	7
Numerosità e potenza degli impianti eolici nelle Regioni nel 2008 e 2009 .....	8
Distribuzione della numerosità e della potenza degli impianti eolici nelle Regioni a fine 2009 .....	9
Distribuzione regionale e provinciale % numero impianti a fine 2009 .....	10
Distribuzione regionale e provinciale % della potenza a fine 2009 .....	12
Distribuzione regionale e provinciale Watt / kmq a fine 2009 .....	14
Distribuzione regionale e provinciale Watt pro capite a fine 2009 .....	16
Produzione degli impianti eolici in Italia dal 2004 al 2009 .....	18
Trend storico della produzione reale e normalizzata degli impianti eolici in Italia .....	19
Distribuzione regionale e provinciale % della produzione nel 2009 .....	20
Ore equivalenti di utilizzazione degli impianti eolici in Italia .....	22
Distribuzione % delle ore equivalenti di utilizzazione degli impianti eolici in Italia.....	23
Confronto 2008/2009 tra i medesimi impianti per ore equivalenti di utilizzazione .....	24
Incentivazione e servizi per l'eolico nel 2009 .....	25
Previsione delle produzione da impianti eolici.....	30
Potenza eolica installata dal 2004 al 2009 in Italia, UE15, Mondo .....	33
Potenza eolica installata nell'UE 15 a fine 2009.....	34



## Introduzione

Il rapporto statistico 2009 "L'Eolico" fornisce un quadro di riferimento delle principali caratteristiche degli impianti eolici in esercizio in Italia alla fine del 2009 e della loro diffusione sul territorio nazionale.

Il documento si apre con la descrizione della tecnologia eolica e delle sue caratteristiche.

Gli impianti eolici presenti in Italia a fine 2009 sono 294 per una potenza complessiva di 4.898 MW. Dopo aver evidenziato il grande sviluppo di questa fonte negli ultimi 10 anni (+20% e +34% annui rispettivamente in numerosità e in potenza), viene rappresentata la sua diffusione sul territorio italiano soprattutto con l'ausilio di mappe tematiche. Le regioni del Sud Italia, dotate di una buona ventosità, coprono il 98% della potenza totale e il 90% del parco impianti in termini di numerosità.

Nel 2009 la produzione di energia elettrica da fonte eolica è risultata pari a 6.543 GWh, del 35% più elevata rispetto all'anno precedente; la produzione normalizzata, ossia il valore reale depurato dalla componente climatica calcolato secondo la regola dettata dalla direttiva 28/2009/CE, è pari a 6.830 GWh.

Le ore di utilizzazione equivalenti dell'intero parco eolico nazionale, sempre nel 2009, sono risultate pari a 1.336. Poiché tale valore risulta influenzato soprattutto dall'elevata potenza dei nuovi impianti eolici, entrati in esercizio nel corso dell'anno, con una apposita analisi sono stati considerati solamente gli impianti che hanno prodotto per l'intero anno. In questo modo le ore di utilizzazione equivalenti del parco eolico nazionale aumentano, per l'anno 2009, fino a 1.580 ore.

In questa edizione, per la prima volta, si riporta una sezione dedicata agli impianti incentivati o che fruiscono dei servizi erogati Gestore dei Servizi Energetici. Ci sono singoli paragrafi per la Tariffa Onnicomprensiva, i Certificati Verdi, il Cip6 e il Ritiro Dedicato. Inoltre si presenta il sistema di previsione di cui il GSE si serve per stimare la produzione della fonte eolica per gli impianti convenzionati.

Il rapporto si conclude con la sezione dedicata ai confronti internazionali, dove si riporta la diffusione della potenza installata in Europa e nel Mondo.

I dati di base di produzione, potenza e numerosità degli impianti eolici provengono da Terna, responsabile della raccolta e della pubblicazione dei dati statistici sull'energia elettrica in Italia. Il GSE, che è stato inserito nell'ambito del SISTAN (Sistema Statistico Nazionale) in base al DPCM 25/11/2009, collabora con Terna per la raccolta e per l'elaborazione dei dati statistici sull'energia elettrica nel settore delle rinnovabili.



## Definizioni

**Potenza Efficiente:** 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 di portata e di salto nel caso degli impianti idroelettrici. E' lorda se misurata ai morsetti dei generatori elettrici dell'impianto, netta se depurata della potenza assorbita dai macchinari ausiliari necessari per il funzionamento dell'impianto stesso e di quella perduta nei trasformatori necessari per elevare la tensione. Si precisa che la potenza dell'impianto denota la somma delle potenze di tutti gli aerogeneratori costituenti il parco eolico.

**Produzione:** Energia elettrica prodotta. E' lorda se misurata ai morsetti dei generatori elettrici dell'impianto di produzione, netta se depurata dell'energia assorbita dai macchinari ausiliari necessari per il funzionamento dell'impianto stesso e di quella perduta nei trasformatori necessari per elevare la tensione.

**Ore equivalenti di utilizzazione:** sono pari al rapporto tra la produzione e la potenza (kWh/kW).

**IAFR:** *Impianto Alimentato da Fonte Rinnovabile*, riconosciuto tale nell'ambito dell'attività del GSE di qualificazione degli impianti, propedeutica all'emissione dei certificati verdi o della tariffa onnicomprensiva.

**Nuovo impianto e rifacimento totale:** categorie di intervento per le quali viene riconosciuta la qualifica IAFR agli impianti eolici (specificate all'art.2 del DM 18/12/2008).

**Unità di misura:**

<b>Potenza</b>	1 MW=1.000 kW	1 GW=1.000.000 kW	1 TW=1.000.000.000 kW
<b>Produzione</b>	1 MWh=1.000 kWh	1 GWh=1.000.000 kWh	1 TWh=1.000.000.000 kWh



## Impianti eolici

Un impianto eolico (o parco eolico) è costituito in generale da uno o più aerogeneratori che trasformano l'energia cinetica del vento in energia elettrica. Il vento fa ruotare un rotore, normalmente dotato di due o tre pale collegate ad un asse orizzontale. La rotazione è successivamente trasferita, attraverso un apposito sistema meccanico di moltiplicazione dei giri, ad un generatore elettrico e l'energia prodotta, dopo essere stata adeguatamente trasformata ad un livello di tensione superiore, viene immessa nella rete elettrica. Le turbine eoliche sono montate su una torre, sufficientemente alta per catturare maggiore energia dal vento evitando la turbolenza creata dal terreno o da eventuali ostacoli.

La caratterizzazione della ventosità di un sito rappresenta un fattore critico e determinante per decidere la concreta fattibilità dell'impianto. Infatti, tenuto conto che la produzione di energia elettrica degli impianti eolici risulta proporzionale al cubo della velocità del vento, piccole differenze nelle caratteristiche anemometriche del sito possono tradursi in notevoli differenze di energia realmente producibile. Un generatore sia ad asse verticale che orizzontale richiede una velocità minima del vento (cut-in) di 3-5 m/s ed eroga la potenza di progetto ad una velocità del vento di 12-14 m/s. Ad elevate velocità (20-25 m/s, velocità di cut-off) l'aerogeneratore viene bloccato dal sistema frenante per ragioni di sicurezza.

Gli aerogeneratori possono suddividersi in classi di diversa potenza, in relazione ad alcune dimensioni caratteristiche:

- macchine di piccola taglia (1-200 kW):  
diametro del rotore, 1- 20 m; altezza torre, 10 – 30 m
- macchine di media taglia (200 – 800 kW):  
diametro rotore, 20 – 50 m;            altezza torre, 30 – 50 m
- macchine di grande taglia (oltre 1000 kW):  
diametro rotore, 55 – 80 m;            altezza torre, 60 – 120 m

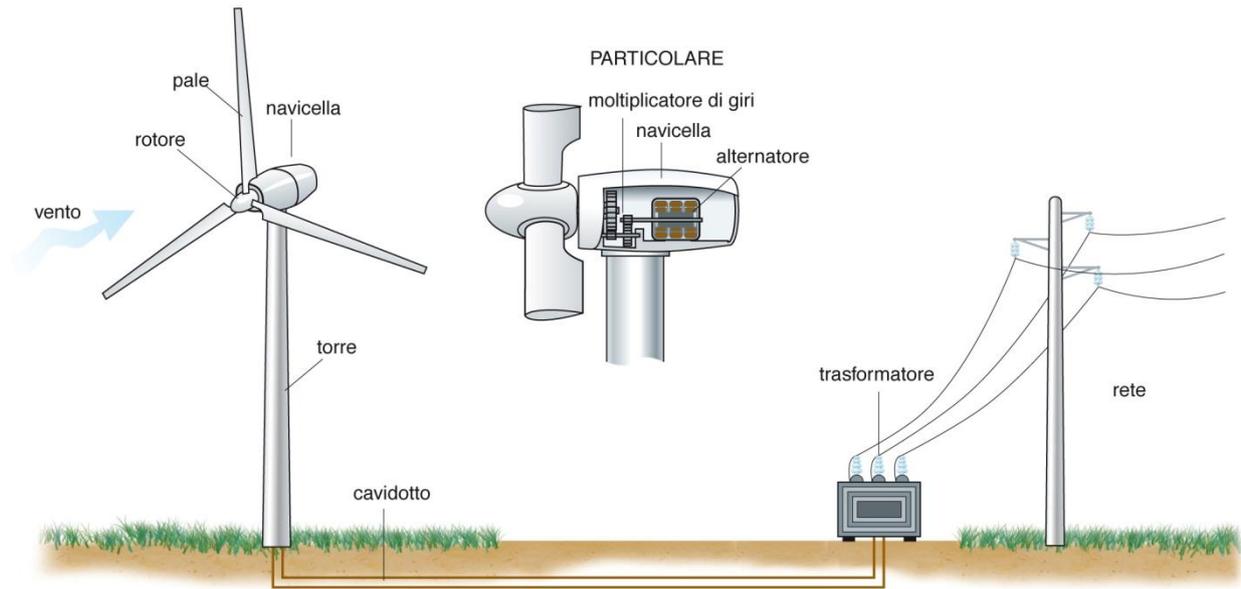
Le macchine eoliche di piccola taglia possono essere utilizzate per produrre elettricità per singole utenze o gruppi di utenze, collegate alla rete elettrica in bassa tensione o anche isolate dalla rete elettrica. Le macchine di media e grande taglia sono utilizzate prevalentemente per realizzare parchi eolici o "fattorie del vento", meglio note come "*wind farm*", collegate alla rete di media oppure di alta tensione.

Le principali componenti di un aerogeneratore sono:

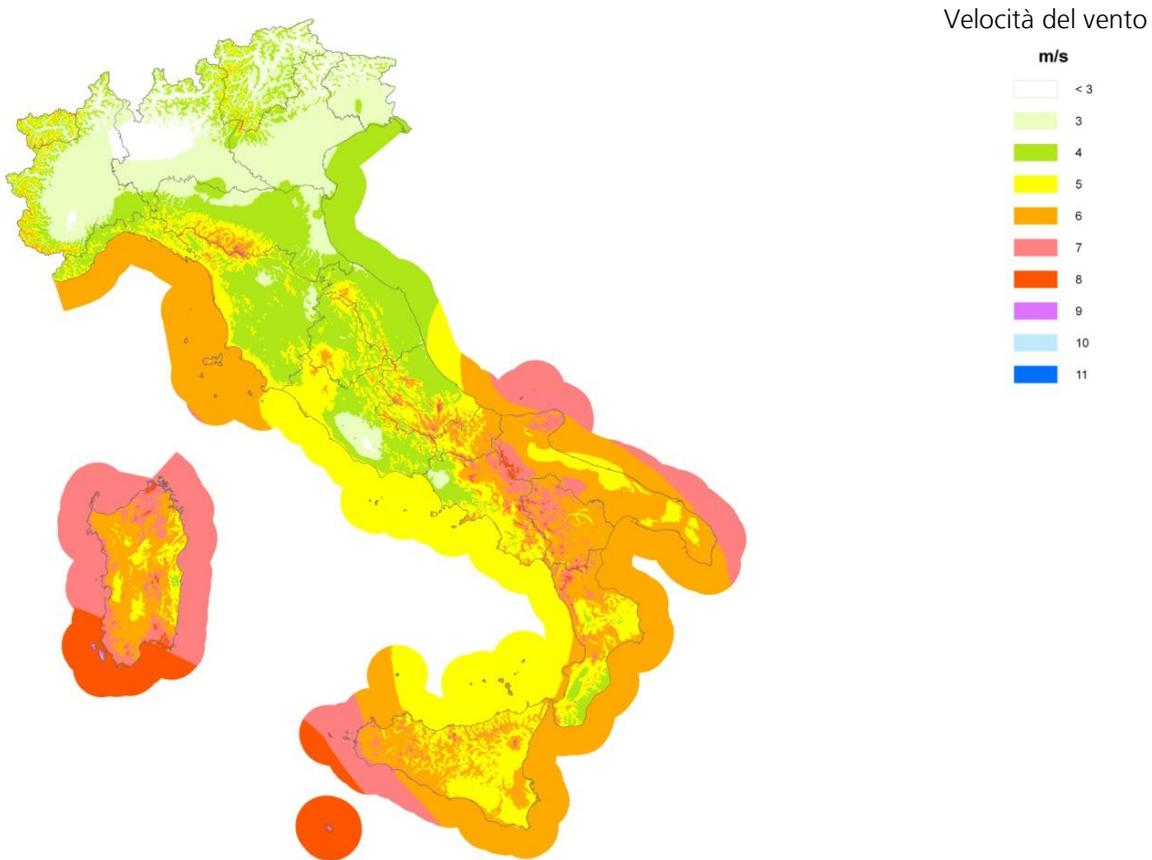
- il *rotore* (o turbina eolica), costituito da una serie di pale, generalmente in fibre di vetro, calettate ad un mozzo;
- la *navicella* o gondola o genericamente struttura di alloggiamento, che contiene i sistemi di trasformazione (principalmente il moltiplicatore di giri ed il generatore elettrico) e controllo della macchina;
- la *torre*, con le fondazioni o strutture di sostegno.



## Schema impianto eolico



Mappa della ventosità annua a 75 metri s.l.t./s.l.m. – (Fonte RSE- Ricerca sul Sistema Energetico)





## Numerosità e potenza degli impianti eolici in Italia

Classe di potenza MW	31/12/2008		31/12/2009		Var Potenza 2009/2008 %
	N°	MW	N°	MW	
P ≤ 1 MW	22	13,2	24	14,7	10,6
1 MW < P ≤ 10 MW	94	427,4	106	491,1	14,9
P > 10 MW	126	3.096,9	164	4.392,2	41,8
<b>Totale</b>	<b>242</b>	<b>3.537,6</b>	<b>294</b>	<b>4.897,9</b>	<b>38,5</b>

Gli impianti eolici installati in Italia al 31.12.2009 sono 294 per una potenza complessiva di 4.898 MW.

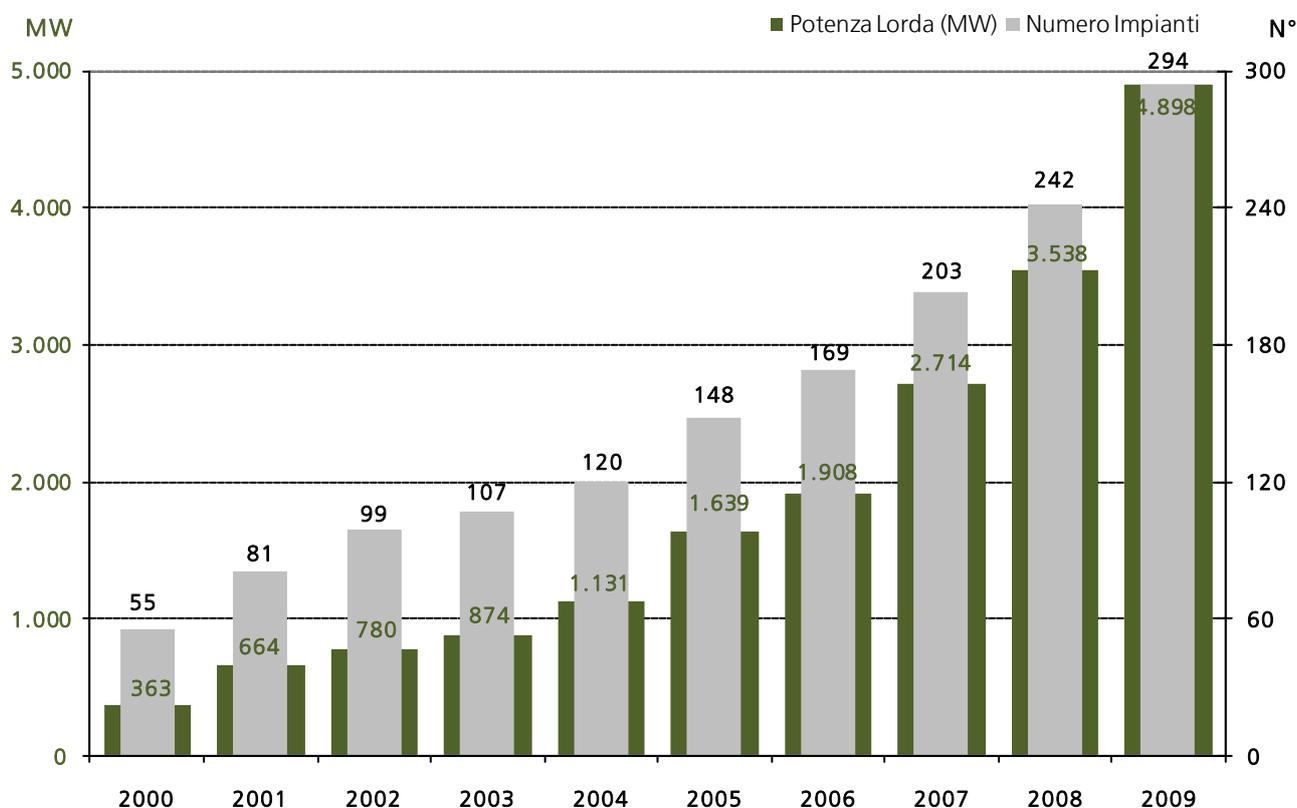
Rispetto all'anno precedente sono stati installati 52 nuovi impianti di cui oltre il 73% hanno potenza (efficienza lorda) maggiore di 10 MW. Crescono di 12 unità gli impianti della classe con potenza compresa tra 1 e 10 MW ed infine di 2 unità quelli minori di 1 MW.

La variazione complessiva della potenza è pari a 1.360 MW, +38,5% rispetto al 2008, da ricondursi comprensibilmente agli impianti inclusi nella classe caratterizzata da una potenza maggiore di 10 MW. Rispetto all'anno precedente questa classe registra infatti un +41,8%, seguita dalla classe con potenza compresa tra 1 e 10 MW con un +14,9% e infine dalla classe con gli impianti minori di 1 MW +10,6%.

Si evidenzia che, proprio in quest'ultima classe, dal 2010, verranno inseriti anche quegli impianti di piccola potenza ( $P \leq 0,2$  MW) già riconosciuti dal GSE e incentivati.



## Evoluzione della numerosità e della potenza degli impianti eolici in Italia



Dal 2000 al 2009, come è possibile evincere dal grafico, si è assistito ad un forte sviluppo dei parchi eolici in Italia, intensificatosi in particolar modo negli ultimi anni.

Alla fine del 2006 gli impianti installati erano 169 con una potenza pari a 1.908 MW, nel 2009 il parco nazionale è composto da 294 impianti (+74%) con potenza pari a 4.898 MW (+157%).

Il parco eolico italiano è attualmente costituito da oltre 4.250 torri.

Si evidenzia, nella tabella sottostante, che dal 2000 al 2009 la taglia media della potenza degli impianti eolici è cresciuta da 6,6 a 16,7 MW.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Taglia media impianti MW	6,6	8,2	7,9	8,2	9,4	11,1	11,3	13,4	14,6	16,7



## Numerosità e potenza degli impianti eolici nelle Regioni nel 2008 e 2009

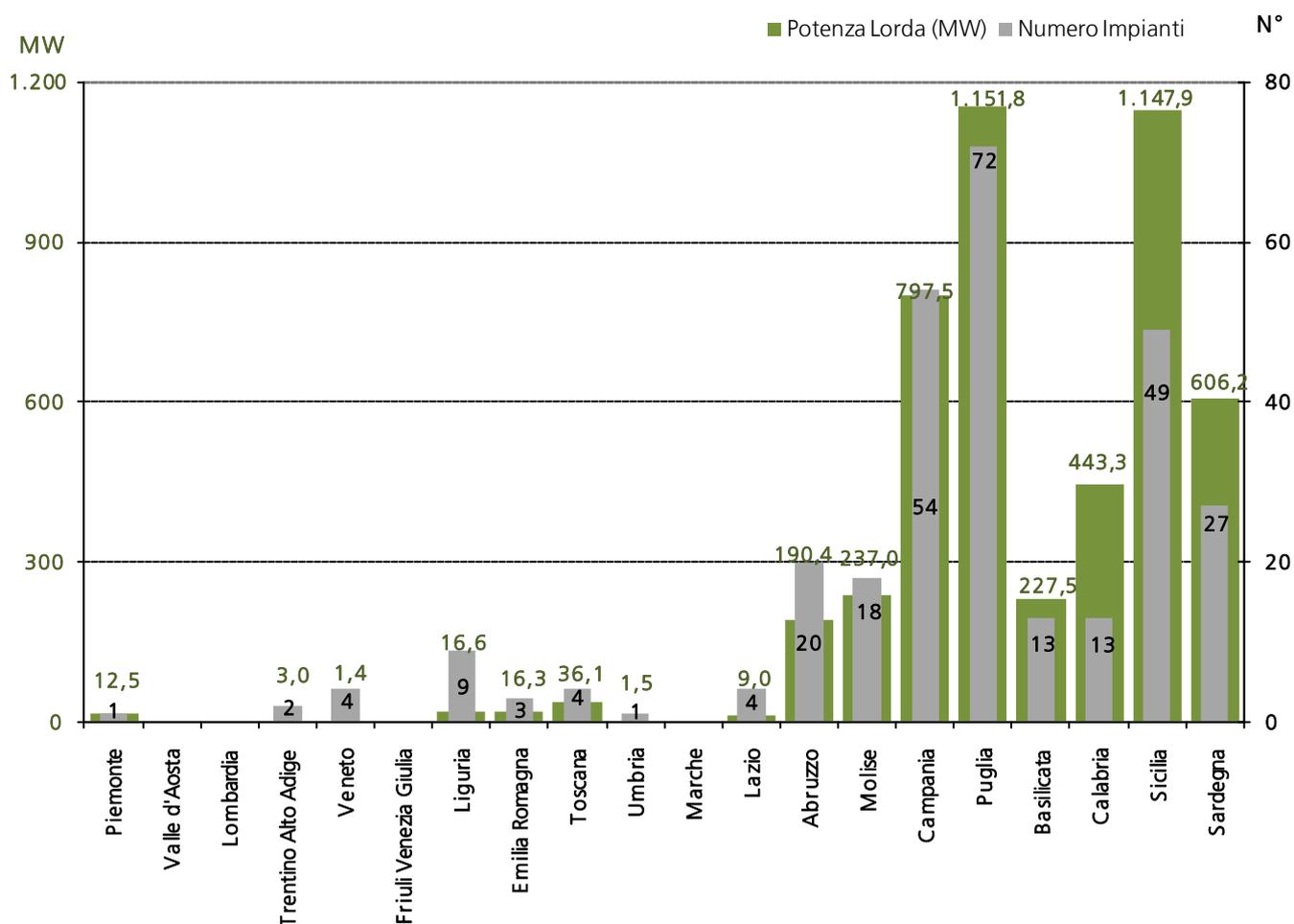
Regione	31/12/2008		31/12/2009		Var Potenza 2009/2008 %
	N°	MW	N°	MW	
Piemonte	-	-	1	12,5	nc
Valle d'Aosta	-	-	-	-	nc
Lombardia	-	-	-	-	nc
Trentino Alto Adige	2	3,0	2	3,0	-
Veneto	3	0,1	4	1,4	2.250,0
Friuli-Venezia Giulia	-	-	-	-	nc
Liguria	7	11,3	9	16,6	46,5
Emilia Romagna	2	3,5	3	16,3	364,2
Toscana	3	28,1	4	36,1	28,5
Umbria	1	1,5	1	1,5	-
Marche	-	-	-	-	nc
Lazio	4	9,0	4	9,0	-
Abruzzo	16	154,8	20	190,4	23,0
Molise	16	163,5	18	237,0	45,0
Campania	47	652,5	54	797,5	22,2
Puglia	58	861,7	72	1.151,8	33,7
Basilicata	12	209,5	13	227,5	8,6
Calabria	7	191,3	13	443,3	131,8
Sicilia	39	794,6	49	1.147,9	44,5
Sardegna	25	453,3	27	606,2	33,7
<b>Italia</b>	<b>242</b>	<b>3.537,6</b>	<b>294</b>	<b>4.897,9</b>	<b>38,5</b>

Gli impianti eolici risultano concentrati soprattutto nelle regioni del Sud Italia. Come per l'anno precedente, la regione con la maggiore potenza installata è la Puglia dove nel 2009 sono stati installati ulteriori 14 impianti per complessivi 290 MW. La Sicilia, invece, è la regione che ha mostrato la maggiore crescita in termini assoluti: ben 353 MW in 10 impianti, tanto da aver praticamente raggiunto la potenza complessiva installata in Puglia. La Calabria ha più che raddoppiato la sua potenza con 252 MW in 6 nuovi impianti.

Puglia e Sicilia insieme a Sardegna, Calabria e Campania rappresentano il 75% dei nuovi impianti e l'88% della potenza addizionale installata in Italia tra il 2008 e il 2009.



## Distribuzione della numerosità e della potenza degli impianti eolici nelle Regioni a fine 2009



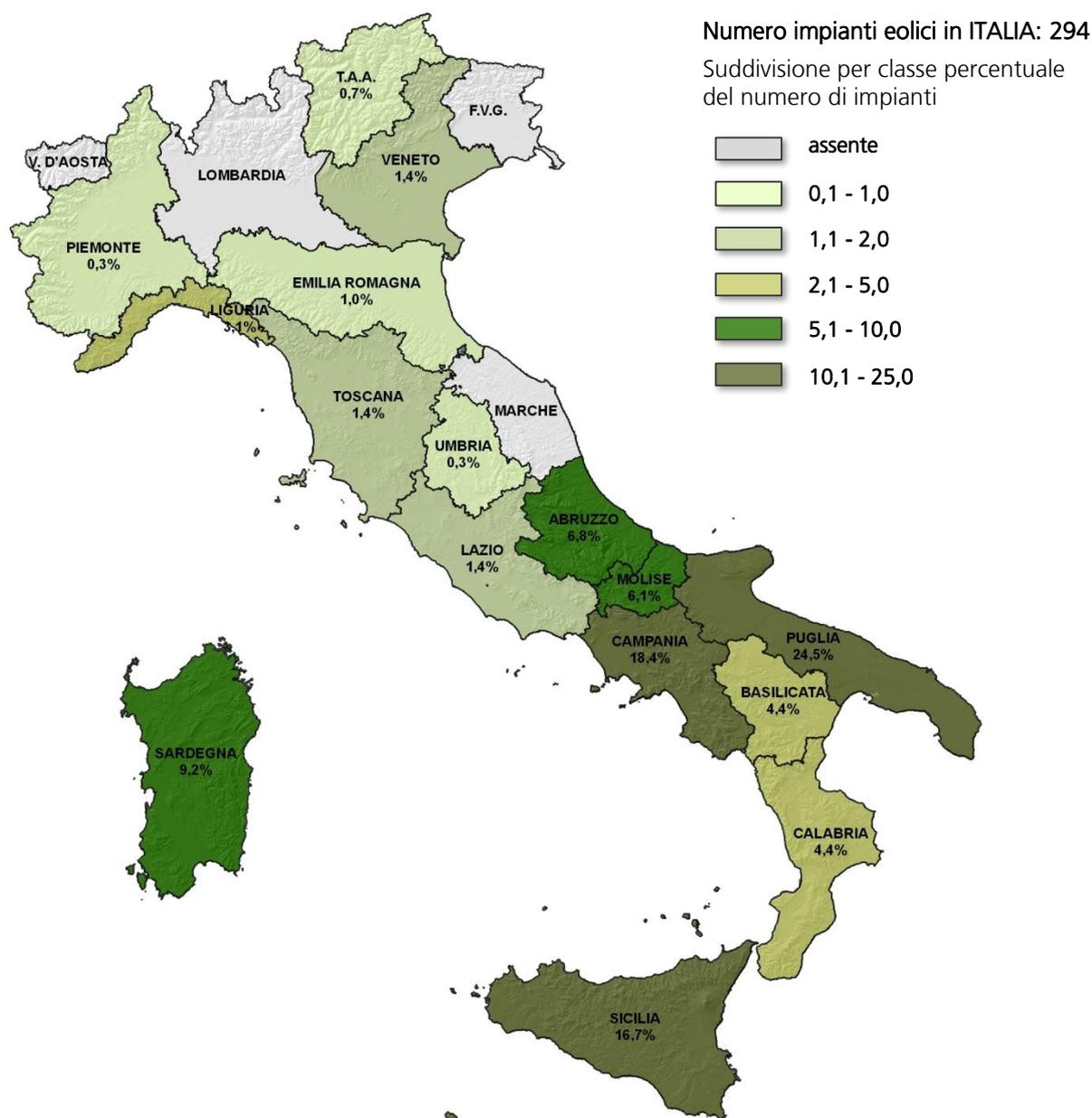
La componente territoriale rappresenta per gli impianti eolici una caratteristica fondamentale. L'insieme di ventosità, orografia, accessibilità dei siti sono infatti variabili discriminanti per l'installazione di un parco eolico. E' per questo che nelle regioni del Sud risultano installati il 98% della potenza Italiana e il 90% del parco impianti in termini di numero.

Le regioni del Nord e del Centro hanno in generale una dimensione di impianto ridotta, in media pari a 4,3 MW, a partire dal Veneto con 0,4 MW, passando per i 9 MW della Toscana e fino ai 12,5 MW dell'unico impianto presente in Piemonte.

Nel Sud si passa dai 9,5 MW dell'Abruzzo ai circa 23 MW delle Isole fino ai 34,1 MW della Calabria. La media si attesta intorno ai 19 MW rispetto ai 4,3 presentati sopra per il Centro-Nord.



## Distribuzione regionale % numero impianti a fine 2009



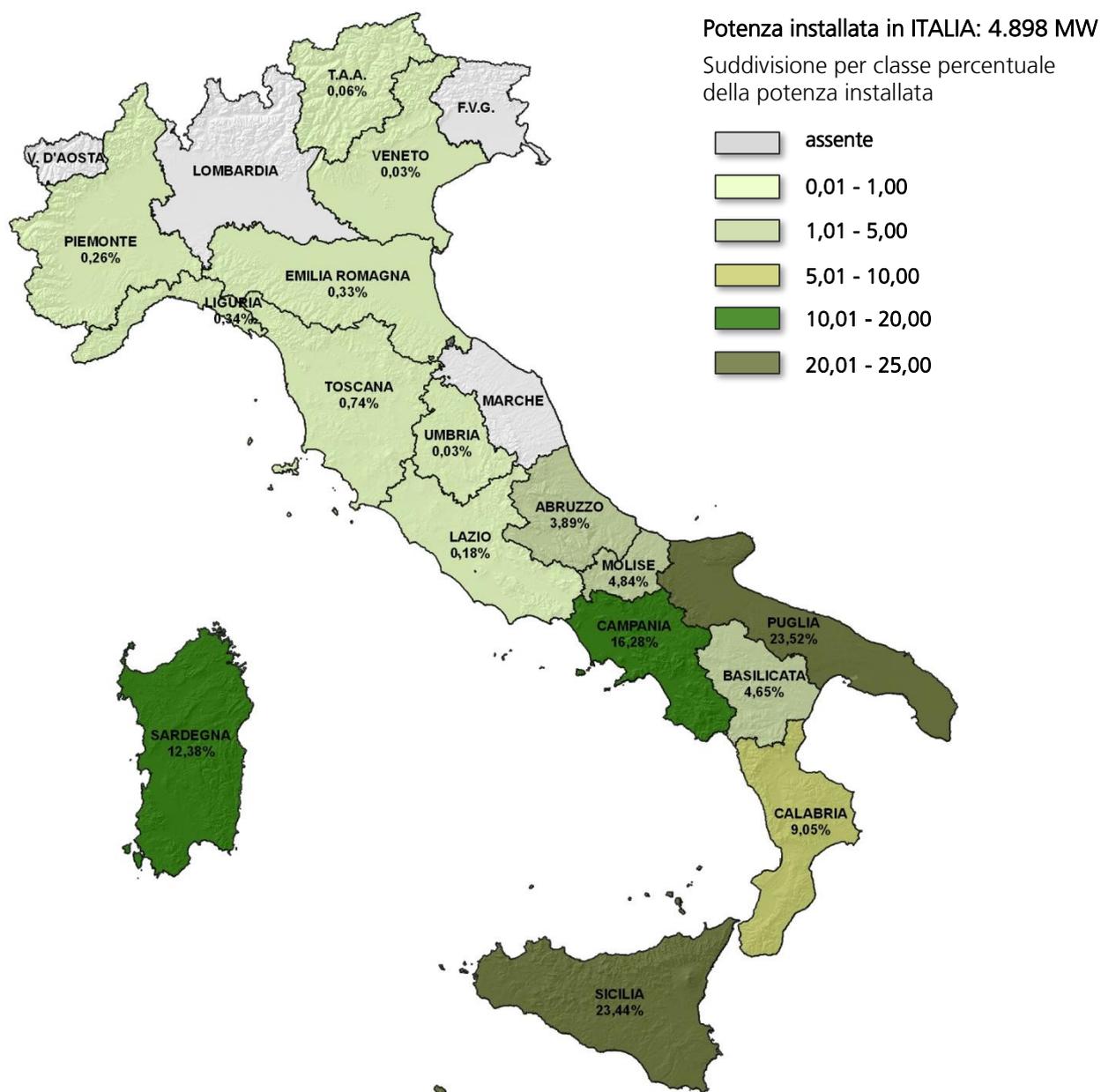
La rappresentazione cartografica della numerosità degli impianti per regione mostra che in Italia il numero maggiore di installazioni di parchi eolici è presente nel meridione. Infatti nel Sud Italia vi è il più alto numero di impianti realizzati, con Puglia, Campania e Sicilia che insieme rappresentano circa il 60% del totale nazionale. In ascesa il numero di impianti della regione Calabria che passano dal 2,9% del 2008 al 4,4% del 2009.

Nelle regioni dell'Italia settentrionale, dove sono concentrati meno impianti, è la Liguria che ne possiede il maggior numero e rappresenta il 3,1% del totale. L'Italia centrale si attesta ai livelli delle regioni del Nord.





## Distribuzione regionale % della potenza a fine 2009

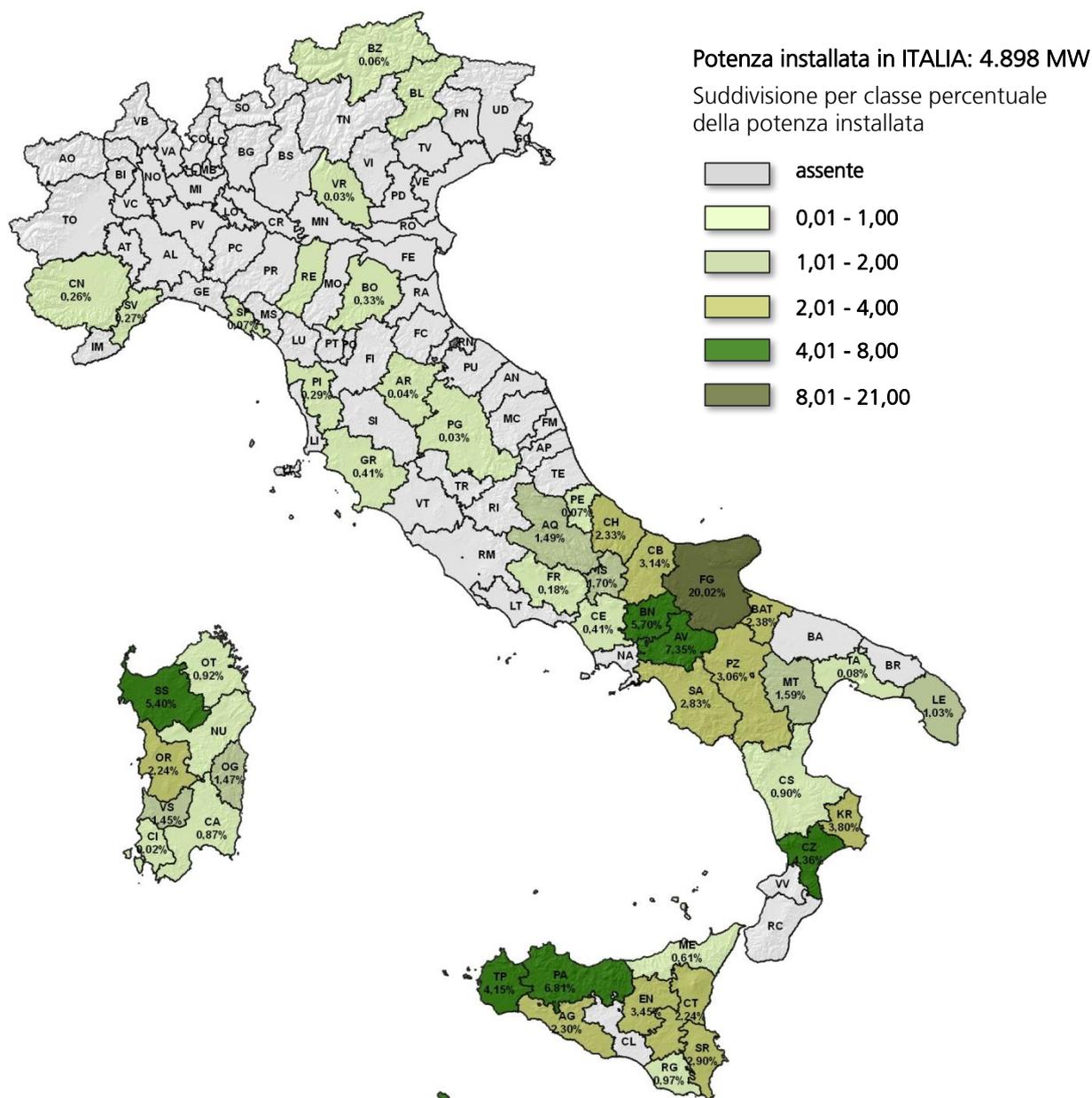


La rappresentazione cartografica della potenza degli impianti eolici mostra che nell'Italia settentrionale gli impianti sono scarsi e di potenza molto limitata rispetto al totale nazionale.

La Puglia detiene il primato con 23,5%, seguita dalla Sicilia con 23,4%. Le regioni meridionali rappresentano oltre il 98% del totale nazionale, con un balzo in avanti della Calabria che rispetto al 2008 ha più che raddoppiato la potenza installata. Sicilia e Sardegna assieme costituiscono circa il 36% del totale nazionale.



## Distribuzione provinciale % della potenza a fine 2009



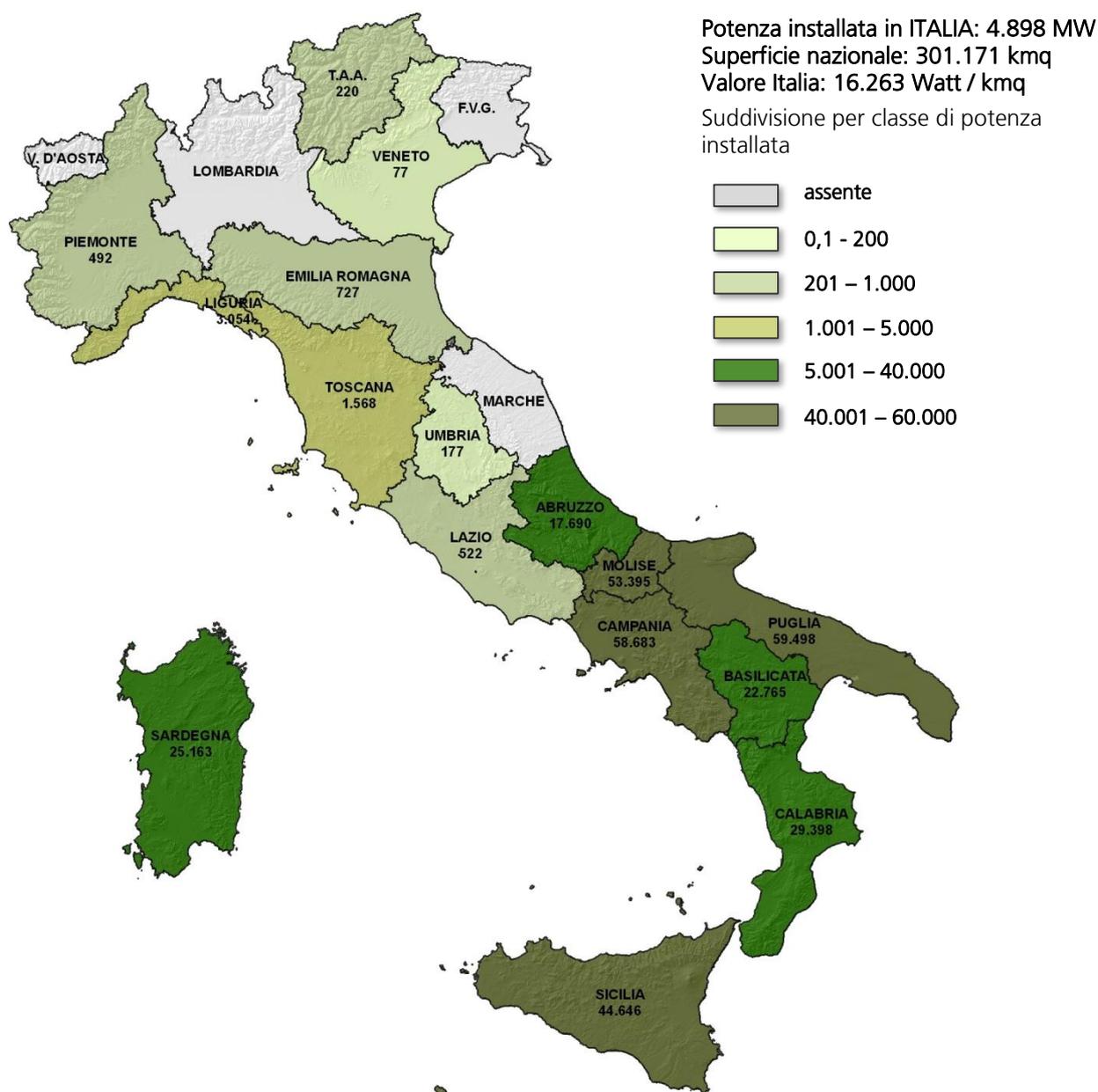
La rappresentazione cartografica della potenza degli impianti eolici mostra per il Nord Italia le province di Bologna, Savona e Cuneo con i valori più significativi. Per il Sud, le province pugliesi mostrano un certo grado di disomogeneità tra loro. Infatti nella provincia di Foggia si concentra la maggiore capacità installata (20%), mentre nelle altre province la percentuale è nettamente più bassa.

Nelle province sarde, spicca Sassari con un valore notevolmente superiore alla media regionale (5,4%).

Da tenere in considerazione la percentuale della potenza installata anche nelle province di Avellino (7,4%), Palermo (6,8%), Benevento (5,7%), Catanzaro (4,4%), e Trapani (4,2%).



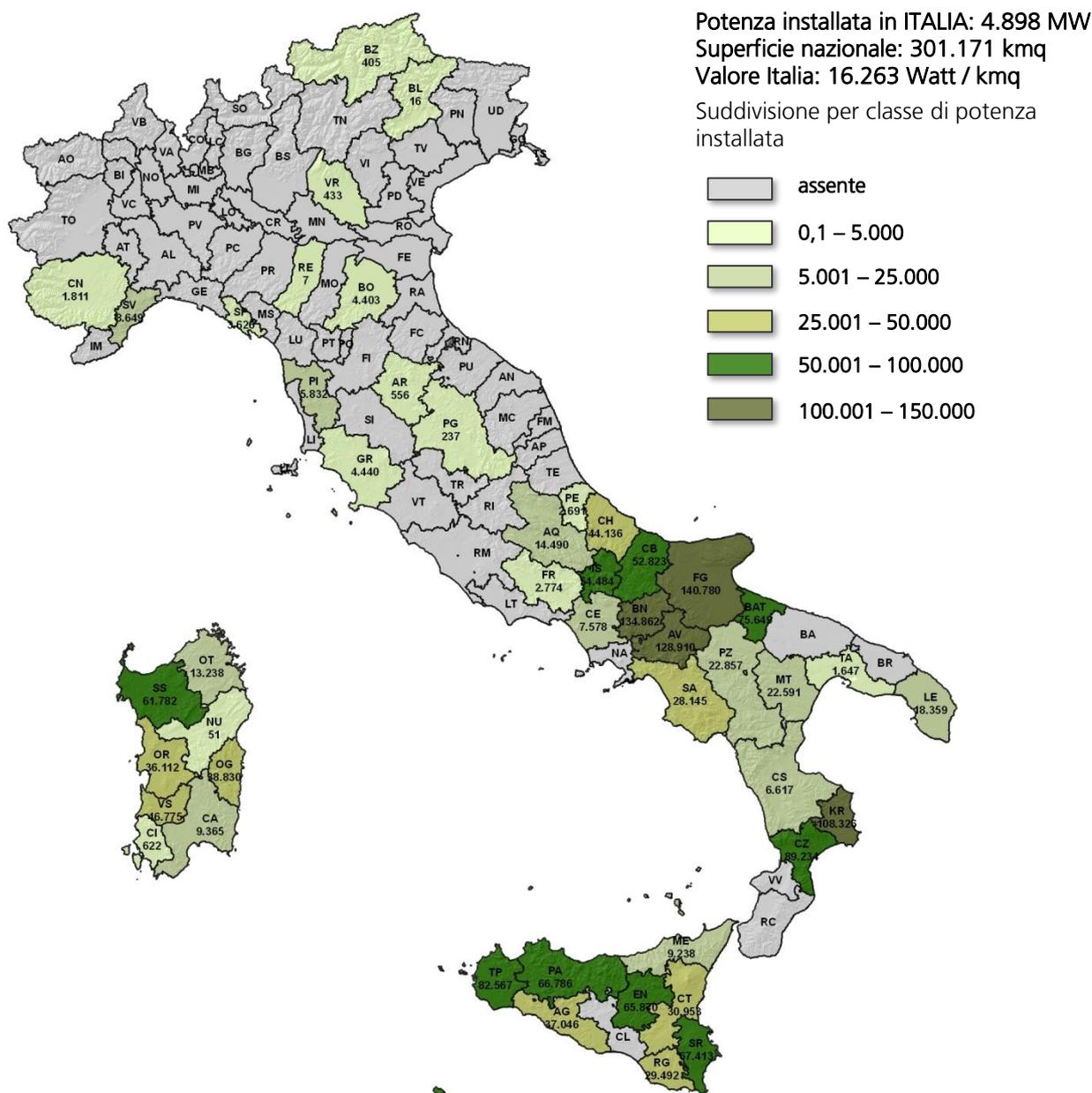
## Distribuzione regionale Watt / kmq a fine 2009



La rappresentazione cartografica del rapporto fra la potenza eolica installata e la superficie regionale mostra che nell'Italia settentrionale la regione con il valore più elevato è la Liguria con 3.054 Watt/ kmq. Nell'Italia centrale, si evidenzia la Toscana con 1.568 Watt/Kmq. Infine nelle regioni meridionali si registrano valori simili per la Campania con 58.683 Watt/kmq e la Puglia 59.498 Watt/kmq. Ciò è dovuto al fatto che la prima ha una superficie territoriale meno estesa. Le regioni meridionali, comprese la Sicilia e la Sardegna, sono caratterizzate da valori più elevati rispetto a quello nazionale.



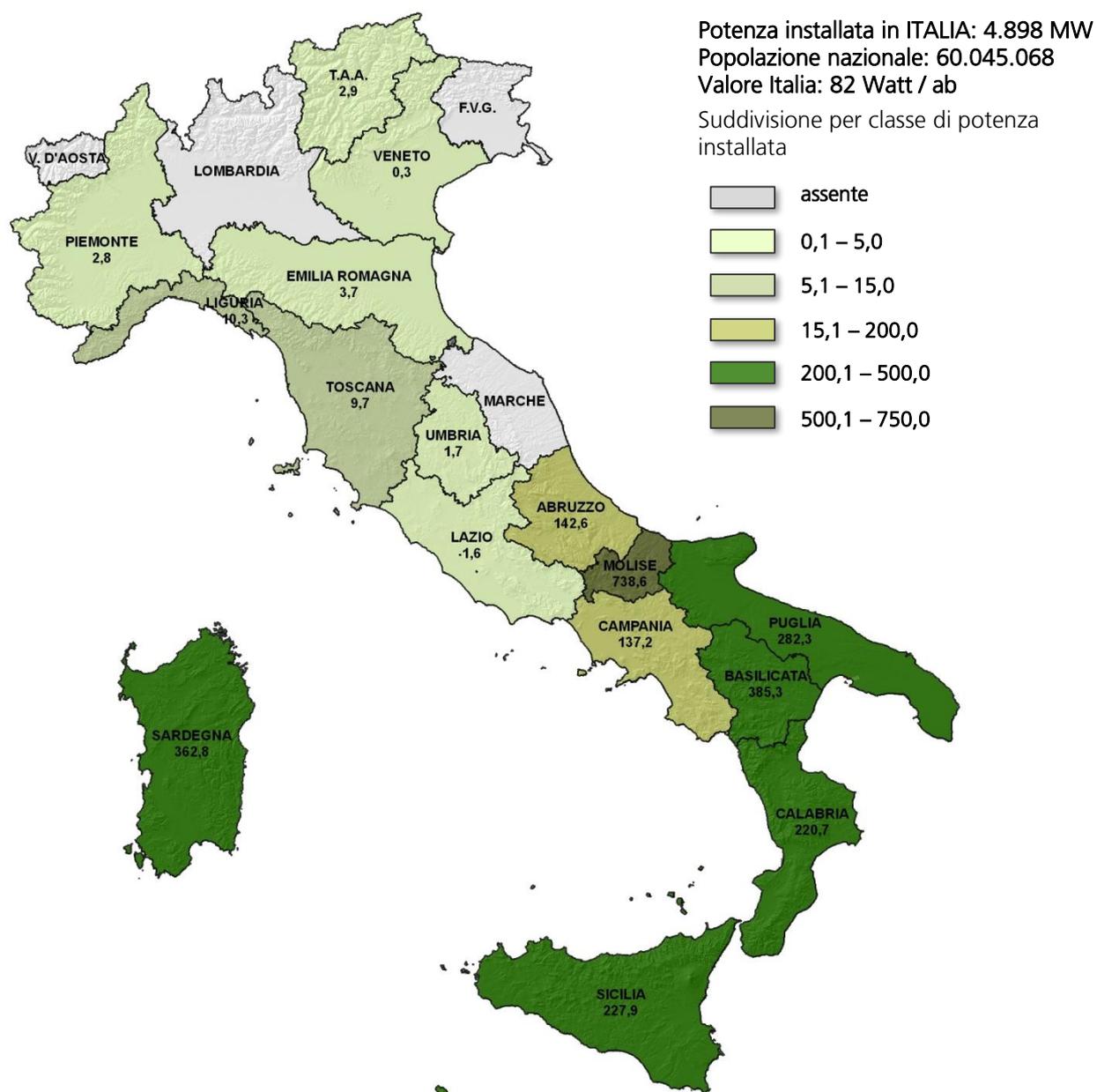
## Distribuzione provinciale Watt / kmq a fine 2009



La rappresentazione cartografica della distribuzione del rapporto fra la potenza eolica installata e la superficie provinciale mostra che nell'Italia settentrionale le province con la più alta concentrazione di capacità per kmq sono Savona, Bologna, La Spezia e Cuneo. Nell'Italia Centrale sono degne di nota le province di Chieti e L'Aquila, con valori sopra i 14.000 Watt/kmq. Nell'Italia meridionale la provincia di Foggia detiene il primato nazionale con 140.780 Watt/kmq. In Campania anche le province di Avellino e Benevento risultano avere un elevato valore, sopra i 100.000 Watt/Kmq. In Calabria, Crotona ha il primato con 108.326 Watt/kmq e Catanzaro ha raddoppiato il suo rapporto rispetto a quello del 2008. Diverse province della Sicilia e della Sardegna risultano avere valori alquanto elevati se confrontati con il valore nazionale.



## Distribuzione regionale Watt pro capite a fine 2009

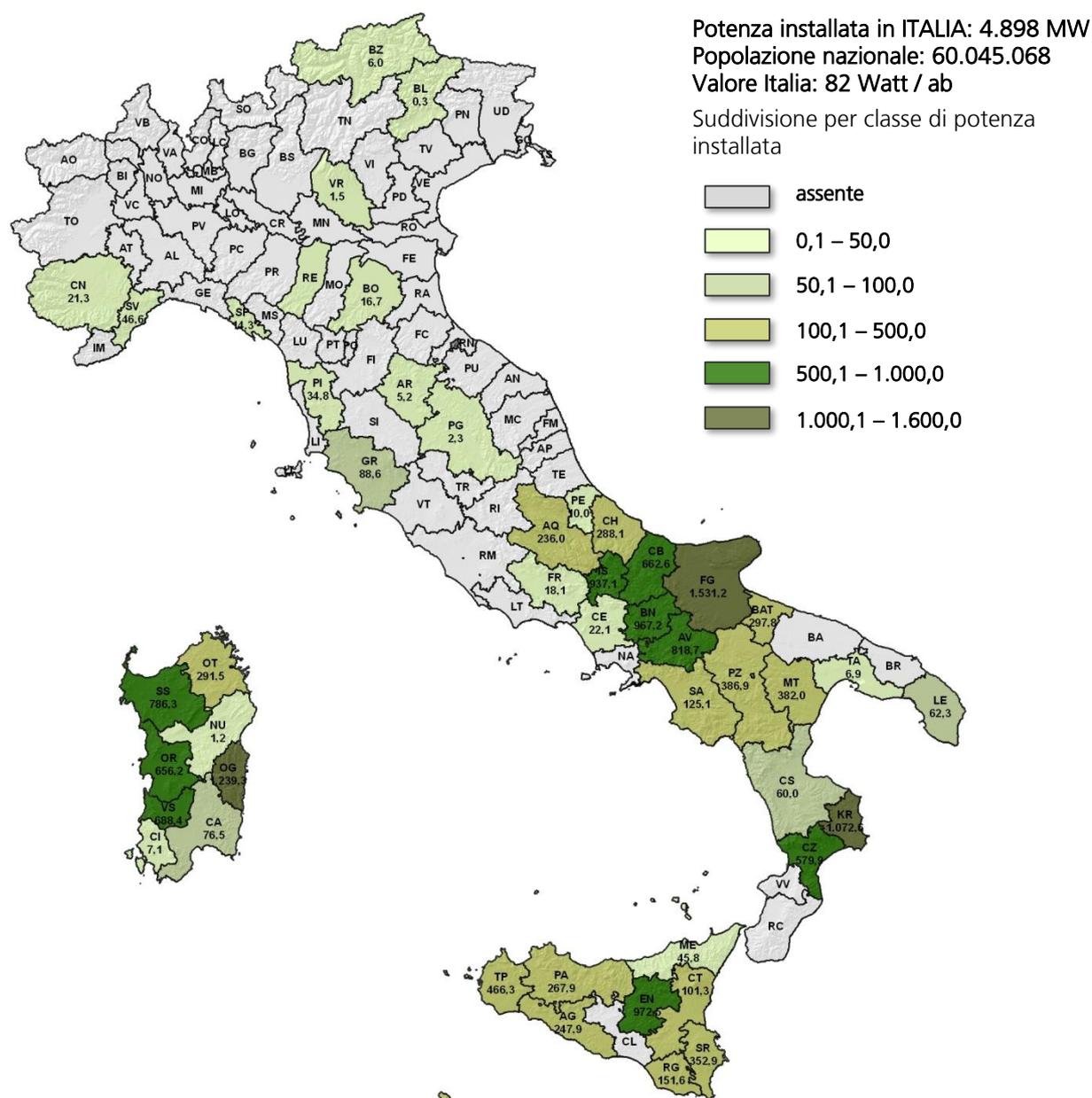


La rappresentazione cartografica del rapporto fra la potenza eolica installata e il numero di abitanti mostra valori molto bassi nell'Italia settentrionale.

Il fenomeno si spiega se si considera l'alta densità abitativa delle regioni in esame e la limitata presenza di impianti e di potenza installata. Discorso opposto vale per le regioni meridionali tra le quali il Molise ha i valori pro capite più elevati (739 Watt per abitante), dovuti essenzialmente alla bassa densità abitativa. Dall'osservazione di questo indicatore emerge che tutte le regioni meridionali presentano valori superiori al dato nazionale.



## Distribuzione provinciale Watt pro capite a fine 2009



La rappresentazione cartografica del rapporto fra la potenza eolica installata e il numero di abitanti mostra valori nulli o molto bassi nell'Italia settentrionale.

Il fenomeno è dovuto all'assenza di installazioni o alla limitata presenza di impianti e di potenza installata, nonché all'alta densità abitativa delle province in esame. Discorso opposto vale per le province con bassa densità abitativa dell'Italia Centrale. La provincia di Foggia detiene il primato assoluto con 1.531 Watt pro capite. Si distinguono inoltre le province della Calabria, Sicilia e Sardegna ed in particolare livelli considerevoli sono stati raggiunti dalla provincia di Ogliastra, Crotone ed Enna con valori sopra i 950 Watt pro capite.



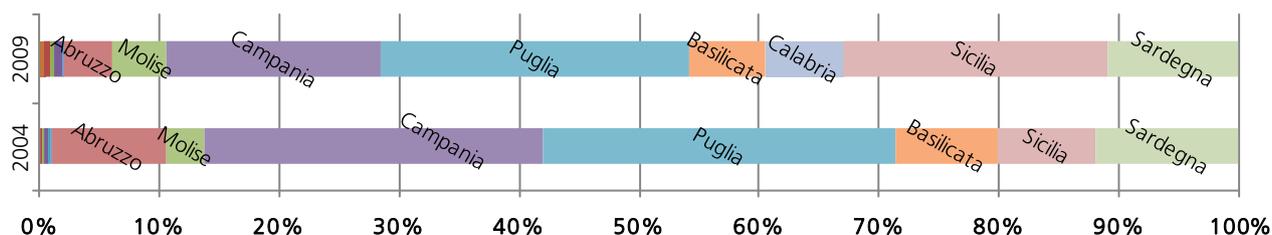
## Produzione degli impianti eolici in Italia dal 2004 al 2009 (dati in MWh)

Regione	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Piemonte	-	-	-	-	-	17.616
Valle d'Aosta	-	-	-	-	-	-
Lombardia	-	-	-	-	-	-
Trentino Alto Adige	-	100	100	3.508	4.215	435
Veneto	-	-	-	2	4	1.790
Friuli Venezia Giulia	-	-	-	-	-	-
Liguria	4.100	8.700	8.400	16.797	17.118	33.107
Emilia Romagna	3.700	2.200	3.000	3.589	3.222	20.624
Toscana	4.300	3.000	3.900	37.134	36.009	43.714
Umbria	3.600	2.600	2.400	2.997	3.053	2.077
Marche	-	-	-	-	-	-
Lazio	1.900	5.900	9.700	9.849	13.115	14.090
Abruzzo	176.500	177.800	210.200	236.508	243.758	260.403
Molise	60.200	56.900	95.900	145.135	172.476	295.580
Campania	519.800	560.500	653.200	777.628	992.944	1.175.497
Puglia	545.000	586.500	746.400	1.077.316	1.316.880	1.684.376
Basilicata	157.000	147.700	173.600	262.028	283.786	405.876
Calabria	-	-	-	16.971	115.156	432.505
Sicilia	152.200	382.300	488.700	854.744	1.043.970	1.444.392
Sardegna	218.200	409.300	575.200	590.155	615.611	710.775
<b>Italia</b>	<b>1.846.500</b>	<b>2.343.500</b>	<b>2.970.700</b>	<b>4.034.359</b>	<b>4.861.317</b>	<b>6.542.859</b>

Tra il 2004 e il 2009 l'apporto della fonte eolica alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è cresciuto di oltre 4,7 TWh secondo un tasso medio annuo pari al 29%.

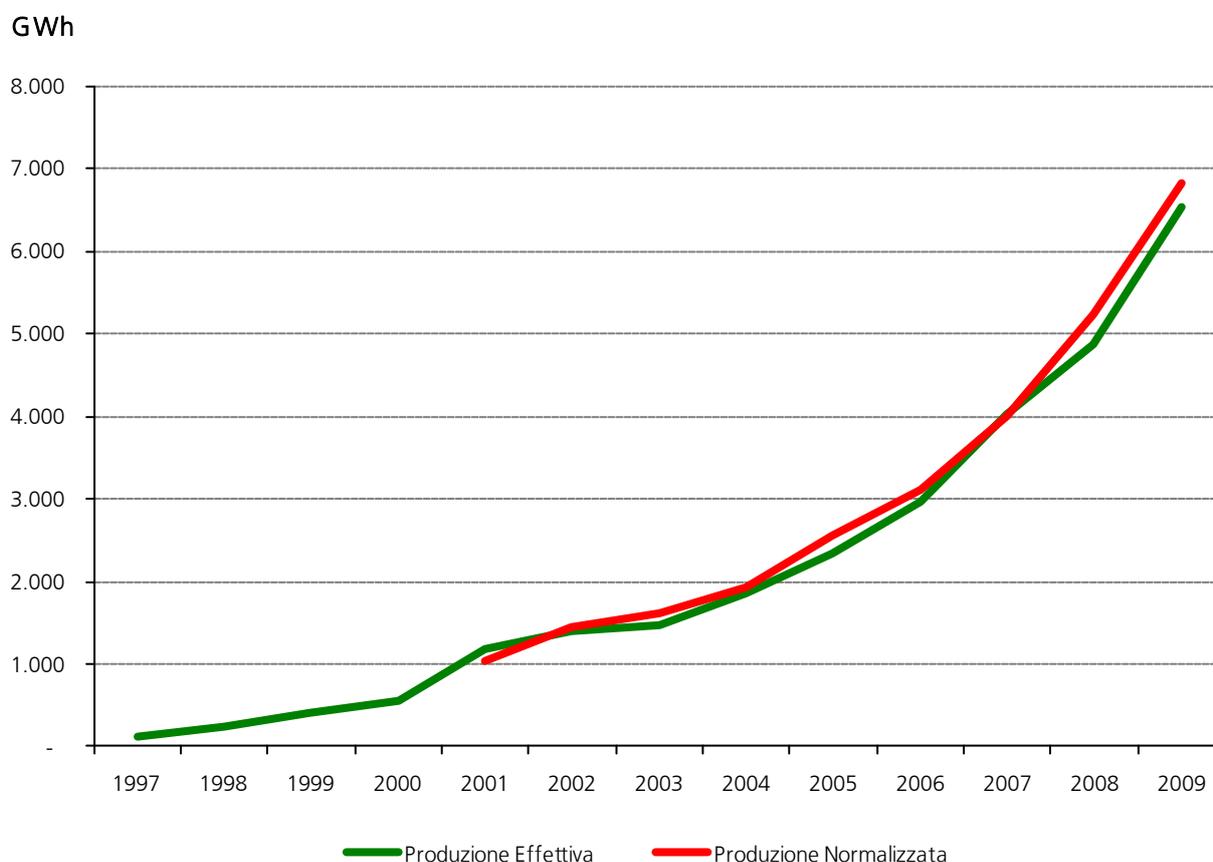
La Puglia mantiene il primato in termini di produzione regionale sul totale nazionale rappresentandone il 26%. Nel 2004 tale percentuale si attestava intorno al 30%, il decremento è dovuto alla crescita delle altre regioni e in particolar modo alla Sicilia che se nel 2004 copriva una quota pari all'8% del totale, nel 2009 arriva al 22%.

In Calabria si è verificato un forte sviluppo degli impianti eolici negli ultimi 3 anni; infatti la sua produzione è aumentata secondo un tasso medio annuo di oltre il 400%.





## Trend storico della produzione reale e normalizzata degli impianti eolici in Italia



La Direttiva Europea n°28 del 2009 prevede che nel computo del target al 2020 il contributo dell'eolico debba essere pari alla produzione di energia elettrica opportunamente normalizzata. L'esigenza nasce dalla volontà di attenuare gli effetti delle variazioni climatiche riconducendo l'analisi ad un anno "normale", regolarizzando i valori delle produzioni annuali rispetto alla produzione effettivamente ottenuta negli anni precedenti. Questa modalità di valutazione della produzione consentirà anche di effettuare un confronto omogeneo tra i vari paesi dell'Unione Europea. Nel 2009 il valore della produzione normalizzata è risultata pari a 6.830 circa il 4% più elevata rispetto a quella reale.

Il valore normalizzato è calcolato secondo la seguente formula:

$$Q_{N(norm)} = \frac{C_N + C_{N-1}}{2} * \frac{\sum_{i=N-n}^N Q_i}{\sum_{j=N-n}^N \left( \frac{C_j + C_{j-1}}{2} \right)}$$

N= anno di riferimento

$Q_{N(norm)}$ =elettricità normalizzata

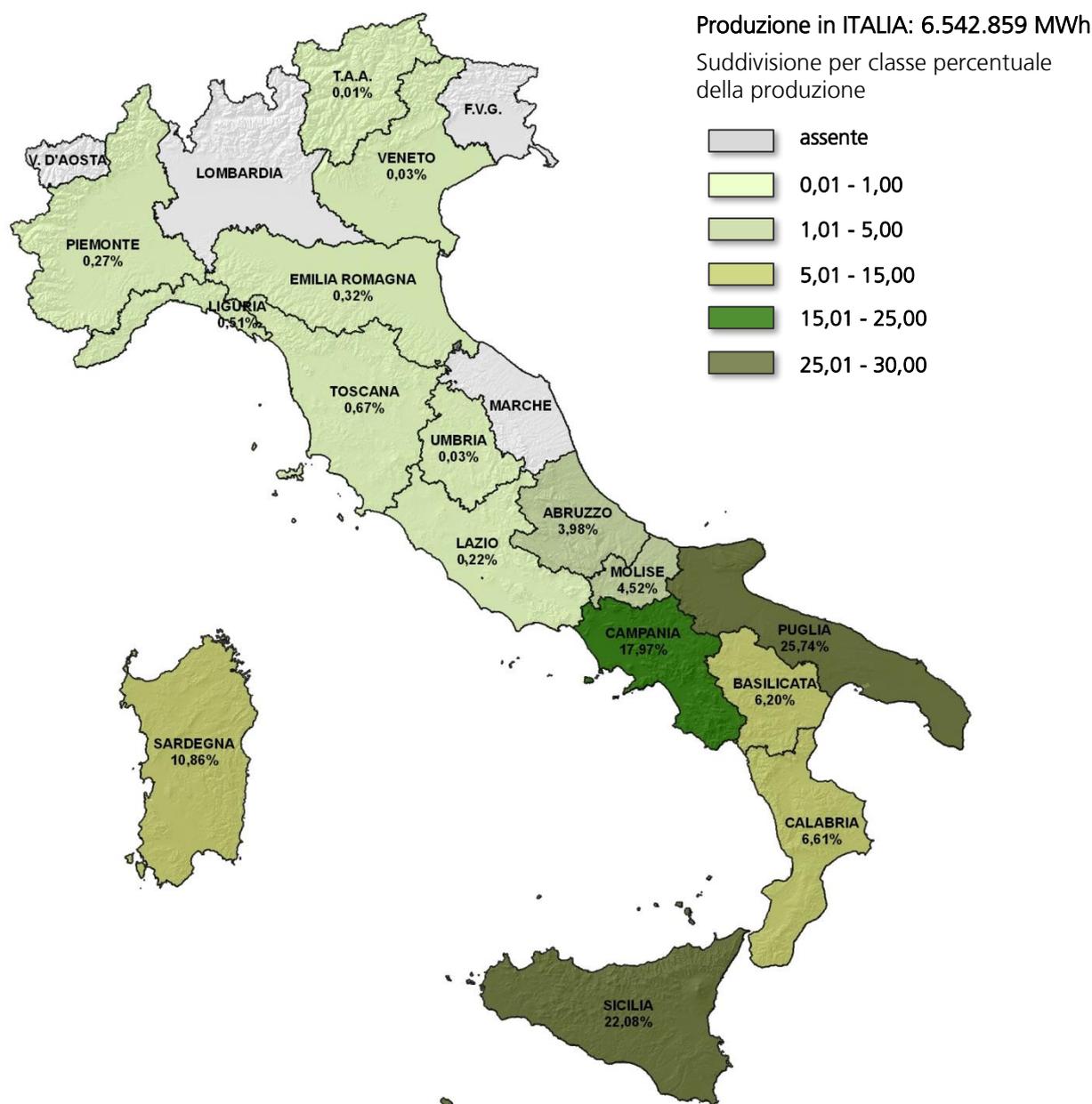
$Q_i$ =produzione reale anno i

$C_j$ =potenza totale installata anno j

n= min (4; numero di anni precedenti l'anno N per i quali sono disponibili i dati su potenza e produzione)



## Distribuzione regionale % della produzione nel 2009



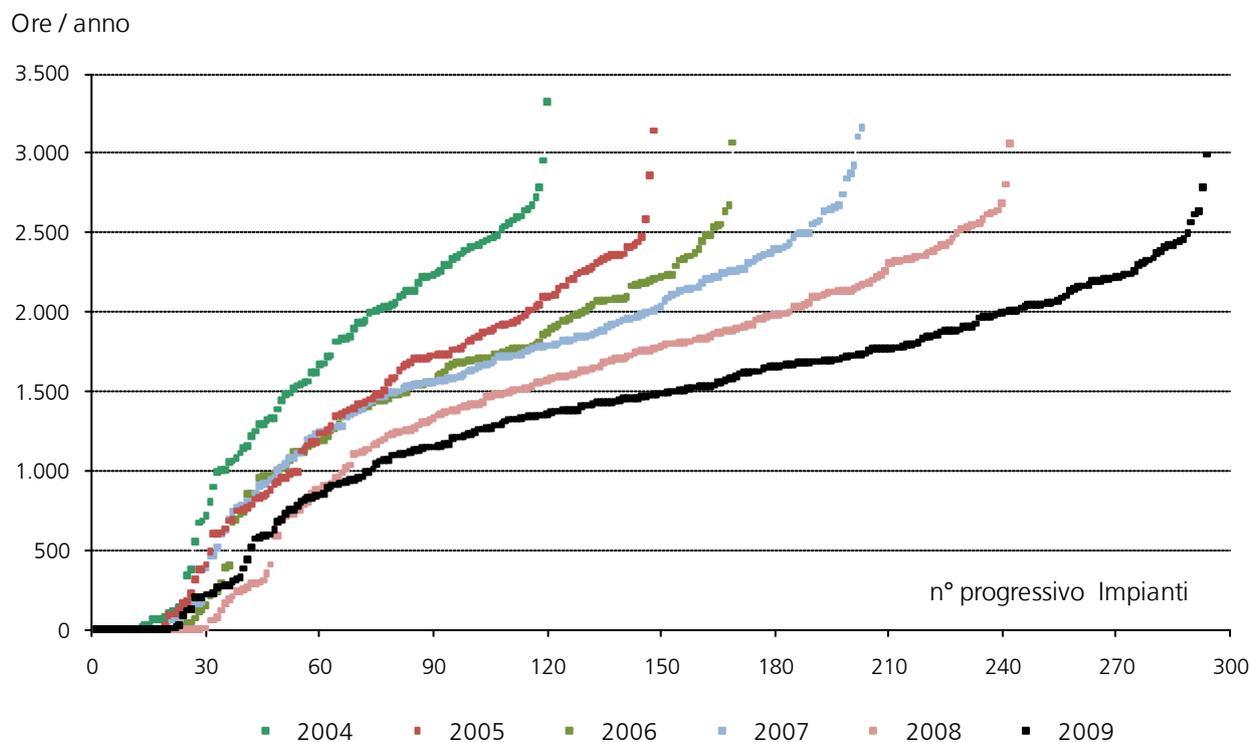
La rappresentazione cartografica regionale della produzione eolica presenta valori molto elevati nelle regioni meridionali e nelle isole, mentre nelle regioni settentrionali i valori sono molto bassi o assenti. Il motivo, come già descritto in precedenza, è da ricondursi all'assenza di potenza installata in molte regioni del Nord e, ove presente, alla limitata dimensione degli impianti dislocati sul territorio. La Puglia detiene il primato di produzione superando quota 25% e insieme alla Sicilia totalizza quasi il 50% di produzione eolica in Italia. La Campania e la Sardegna seguono, con quote rispettivamente del 18% e dell'11%.

Sempre in evidenza il valore percentuale di produzione della Calabria che è quasi triplicato rispetto a quello del 2008.





## Ore equivalenti di utilizzazione degli impianti eolici in Italia



Le curve delle ore equivalenti di utilizzazione descrivono la performance dei singoli impianti nei diversi anni. Ogni punto rappresenta, per ciascun impianto eolico, il rapporto tra la sua produzione lorda e la potenza efficiente lorda. Nei sei anni compresi tra il 2004 e il 2009, il progressivo spostamento della curva verso destra rispecchia l'aumento della numerosità degli impianti installati in Italia (+145% variazione assoluta).

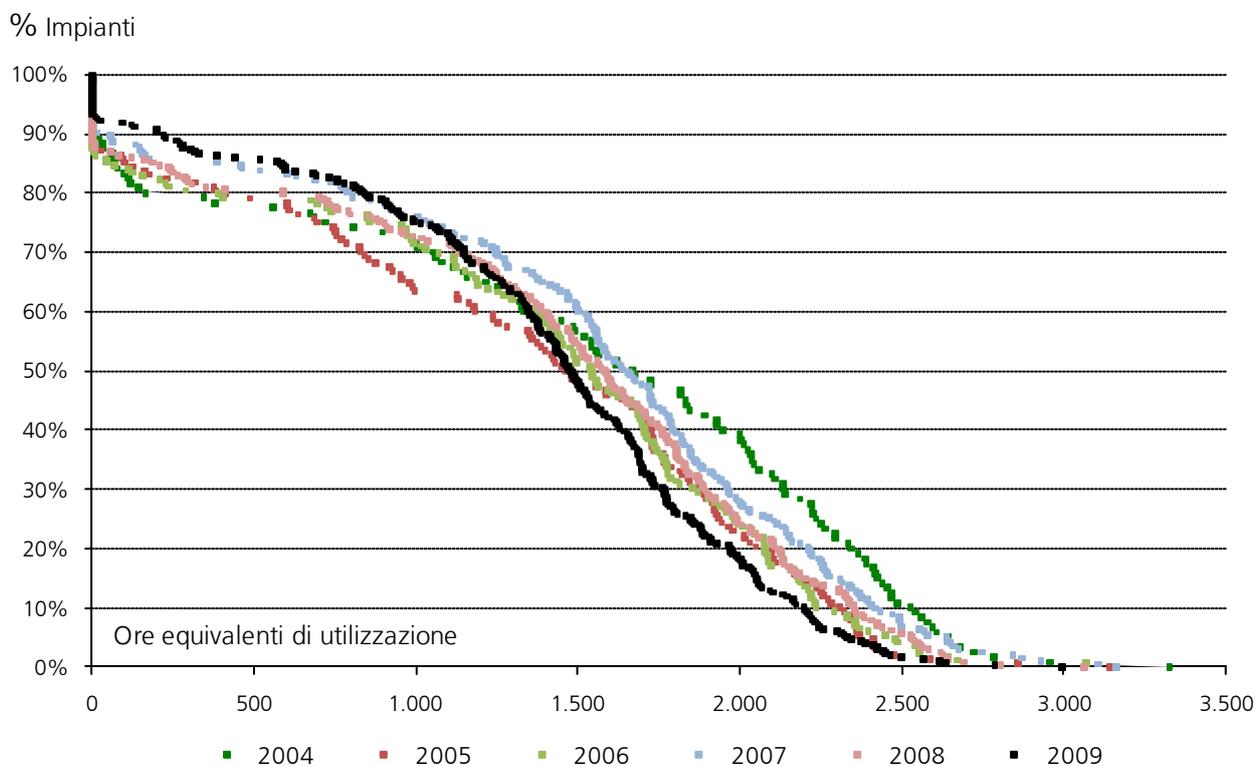
Il concetto di ore equivalenti di utilizzazione può essere applicato anche all'intero parco eolico nazionale. In Italia, nel 2009, come si può vedere nella sottostante tabella, le ore equivalenti di utilizzazione dell'intero parco eolico sono risultate pari a 1.336 in calo rispetto alle 1.374 ore dell'anno precedente.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ore equivalenti di utilizzazione	1.633	1.430	1.557	1.486	1.374	1.336

Tali valori sono comunque influenzati non solo da eventi climatologici e tecnici, come ad esempio la mancata produzione degli impianti eolici per problemi di dispacciamento della rete, ma soprattutto dai valori ridotti della produzione elettrica attribuibile agli impianti che sono entrati in esercizio durante l'anno.



## Distribuzione % delle ore equivalenti di utilizzazione degli impianti eolici in Italia



Nel 2009 il 50% degli impianti hanno avuto un numero di ore equivalenti di utilizzazione maggiori di 1.478 ore. Nel confronto con gli anni precedenti questo valore risulta più basso: nel 2008 infatti si attestava a 1.580 ore, nel 2007 a 1.639.

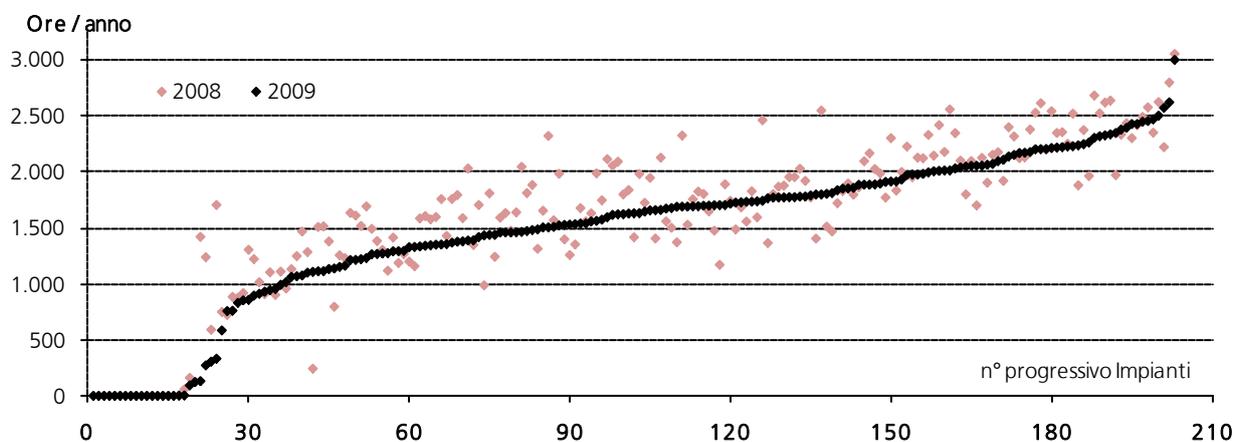
Il miglior anno continua ad essere il 2004 quando il 50% degli impianti era stato capace di oltre 1.668 ore di utilizzazione annue, quando si era registrata anche la migliore performance assoluta pari a 3.325 ore.

A livello territoriale nel 2009 la Liguria è stata la regione con il massimo delle ore di utilizzazione pari a 1.999 seguita dalla Basilicata con 1.784 ore. Le regioni più rilevanti, Puglia, Sicilia e Campania, hanno circa 1.400 ore dovute anche al fatto che la loro potenza nell'ultimo anno è cresciuta a tassi intorno al 40%.



## Confronto 2008/2009 tra i medesimi impianti per ore equivalenti di utilizzazione

Regione	2008 Ore di Utilizzo	2009 Ore di Utilizzo	Variazione 09/08 Ore di Utilizzo	
			Assoluto	%
Trentino Alto Adige	1.405	145	-1.260	-90%
Umbria	2.035	1.384	-651	-32%
Puglia	1.949	1.657	-292	-15%
Molise	1.744	1.472	-272	-16%
Campania	1.734	1.535	-199	-11%
Abruzzo	1.575	1.458	-117	-7%
Emilia Romagna	917	848	-69	-8%
Sardegna	1.559	1.496	-63	-4%
Toscana	1.283	1.230	-53	-4%
Veneto	74	33	-41	-55%
Basilicata	1.825	1.889	65	4%
Liguria	1.843	1.929	86	5%
Lazio	1.457	1.566	108	7%
Sicilia	1.543	1.663	120	8%
Calabria	754	1.198	445	59%
<b>Italia</b>	<b>1.656</b>	<b>1.580</b>	<b>-76</b>	<b>-5%</b>



Le ore di utilizzazione equivalenti del parco eolico nazionale dipendono da una molteplicità di fattori: l'installazione di nuovi impianti nel corso dell'anno, le condizioni anemometriche, i problemi tecnici come le manutenzioni (anche con fermata dell'impianto) e la mancata produzione per problemi di rete. Per effettuare dei confronti corretti tra un anno e l'altro, si è proceduto a depurare la serie storica delle ore di utilizzazione dalla componente dovuta all'installazione dei nuovi impianti entrati in esercizio nel corso dell'ultimo anno (che rappresenta il maggior fattore distorsivo). Così sono state considerate le performance nel 2008 e nel 2009 dei 203 impianti entrati in esercizio prima del 31 dicembre 2007 a garanzia di una produzione registrata annuale. A livello nazionale nel 2009 le ore di utilizzazione dell'intero parco, depurate dall'effetto entrata in esercizio dei nuovi impianti, sono pari a 1.580, del 18% più alte di quelle reali (pari a 1.336).



## Incentivazione e servizi per l'eolico nel 2009

In seguito all'ottenimento della qualifica di Impianto Alimentato da Fonte Rinnovabile (IAFR) da parte del GSE, i produttori titolari di impianti a fonte eolica possono chiedere l'accesso all'incentivazione con la Tariffa Onnicomprensiva (TO) oppure con i Certificati Verdi (CV). Le due forme di incentivazione sono alternative e sono legate alla diversificazione della dimensione degli impianti tra piccoli e medio/grandi.

La Tariffa Onnicomprensiva viene così definita poiché riconosce all'energia immessa in rete sia la parte afferente all'incentivazione dell'impianto che quella relativa alla remunerazione derivante dalla vendita dell'energia. E' applicabile, su richiesta dell'operatore, agli impianti eolici entrati in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2007 di potenza nominale attiva non superiore a 200 kW.

La durata dell'incentivo TO è pari a 15 anni.

I Certificati Verdi introdotti dal Decreto Legislativo 79/99, sono emessi dal GSE su richiesta del produttore titolare di impianti IAFR entrati in esercizio a partire dal 1° aprile 1999. Sono titoli annuali negoziabili che attestano la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e rappresentano un beneficio per il produttore poiché sono utilizzabili per ottemperare all'obbligo di immissione nel sistema elettrico di una quota di energia elettrica da fonte rinnovabile. La durata dell'incentivo CV è pari a 15 anni se l'impianto è entrato in esercizio in data successiva al 31/12/2007.

Un'altra forma di incentivo gestita dal GSE a cui, però, attualmente non si può più accedere, è il c.d. CIP6. Il provvedimento CIP6/92 ha promosso la realizzazione di impianti alimentati a fonti rinnovabili e assimilate attraverso la remunerazione dell'energia elettrica immessa in rete ad un prezzo incentivante garantito. Il GSE ritira l'energia elettrica immessa in rete da questi impianti e la vende in Borsa, sostenendo l'onere derivante dalla differenza tra i costi ed i ricavi della vendita dell'energia ed eventualmente dei CV ad essi associati.

Dal 1° gennaio 2008 il GSE fornisce inoltre, agli operatori che ne fanno richiesta, il servizio di Ritiro Dedicato (RID). Si tratta di una modalità semplificata per vendere al GSE l'energia elettrica prodotta e immessa in rete, alternativa ai contratti bilaterali o alla vendita in borsa. Gli impianti eolici di qualsiasi potenza, in quanto non programmabili, possono accedere al RID stipulando una convenzione con GSE. Quest'ultimo riconosce al produttore, per ciascuna ora, il prezzo di mercato della zona in cui è collocato l'impianto. Per impianti con potenza attiva nominale fino a 1 MW sono definiti prezzi minimi garantiti. Il produttore che accede al RID deve chiedere il ritiro dell'intera quantità di energia elettrica immessa in rete.

Dal 1° gennaio 2009 il GSE gestisce anche il meccanismo di Scambio sul Posto (SSP) per gli impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale attiva fino a 20 kW (200 kW per quelli entrati in esercizio dopo il 31 dicembre 2007). Lo SSP consente di valorizzare l'energia immessa in rete secondo un criterio di compensazione economica con il valore dell'energia prelevata dalla rete.



Di seguito vengono riportati i dati relativi ai diversi incentivi e servizi di ritiro dell'energia forniti dal GSE legati alla produzione di energia eolica, ad eccezione dello SSP, poiché gli impianti eolici che nel 2009 hanno attivato questa convenzione sono pochissimi ed i dati attualmente disponibili sono parziali.

Per una corretta lettura della presente sezione del documento, si precisa che, relativamente alla potenza, i dati esposti nelle tabelle non sono cumulabili, poiché si riferiscono agli stessi impianti che possono accedere a più convenzioni o incentivi.

Inoltre anche i dati relativi alla produzione incentivata con CV e della produzione convenzionata con il RID non possono essere sommati, in quanto uno stesso impianto può ricevere CV ed accedere al RID.

## L'incentivazione degli impianti eolici con TO nel 2009

Gli impianti eolici con potenza attiva nominale non superiore a 200 kW possono accedere, successivamente all'ottenimento della qualifica IAFR, alla TO. L'operatore riceve l'incentivo insieme al valore per la cessione dell'energia dal GSE. La TO è fissata a 30 centesimi di euro per kWh.

	Potenza incentivata	Energia incentivata	TO	TO
Regione	MW	MWh	€ mila	%
Piemonte	0,070	12,9	3,9	6,2%
Valle d'Aosta				
Lombardia				
Trentino Alto Adige				
Veneto				
Friuli Venezia Giulia				
Liguria				
Emilia Romagna	0,310	111,0	33,3	52,6%
Toscana	0,050	18,2	5,4	8,6%
Umbria				
Marche	0,020	4,6	1,4	2,2%
Lazio	0,020	4,5	1,4	2,1%
Abruzzo				
Molise				
Campania	0,040	15,8	4,7	7,5%
Puglia	0,206	26,3	7,9	12,5%
Basilicata				
Calabria	0,110	17,7	5,3	8,4%
Sicilia				
Sardegna				
<b>Italia</b>	<b>0,826</b>	<b>211,1</b>	<b>63,3</b>	<b>100,0%</b>



## L'incentivazione degli impianti eolici con CV nel 2009

Per gli impianti eolici l'incentivazione è legata alla categoria di intervento per la quale è stata concessa la qualifica IAFR all'impianto. Attualmente gli impianti che risultano incentivati sono inerenti soprattutto a nuove costruzioni e rifacimenti totali. I dati relativi all'incentivazione 2009 con CV potrebbero modificarsi nel corso del 2010 a causa di:

- CV emessi a preventivo sulla base di una produzione stimata, da conguagliare;
- CV che saranno emessi a consuntivo e quindi non ancora compresi nella tabella sopra riportata.

Regione	Potenza incentivata	Energia incentivata	CV	CV	CV valutati al prezzo di riferimento (€112,82)	CV valutati al prezzo di ritiro (€88,91)
	MW	MWh	n°	%	€ mila	€ mila
Piemonte	12,5	17.627	17.627	0,3	1.988,7	1.567,2
Valle d'Aosta						
Lombardia						
Trentino Alto Adige	-	-	-	-	-	-
Veneto	-	-	-	-	-	-
Friuli Venezia Giulia						
Liguria	15,8	27.986	27.986	0,5	3.157,4	2.488,2
Emilia Romagna	14,0	17.844	17.844	0,3	2.013,2	1.586,5
Toscana	35,0	39.291	39.291	0,7	4.432,8	3.493,4
Umbria						
Marche						
Lazio	7,8	13.249	13.249	0,2	1.494,8	1.178,0
Abruzzo	129,5	154.210	154.210	2,8	17.398,0	13.710,8
Molise	154,6	231.810	231.810	4,2	26.152,8	20.610,2
Campania	672,3	925.356	925.356	16,8	104.398,7	82.273,4
Puglia	992,9	1.397.722	1.397.722	25,4	157.691,0	124.271,5
Basilicata	162,3	265.256	265.256	4,8	29.926,2	23.583,9
Calabria	418,7	417.117	417.117	7,6	47.059,1	37.085,9
Sicilia	1.020,5	1.423.228	1.423.228	25,8	160.568,6	126.539,2
Sardegna	382,9	576.667	576.667	10,5	65.059,6	51.271,5
<b>Italia</b>	<b>4.018,6</b>	<b>5.507.363</b>	<b>5.507.363</b>	<b>100,0</b>	<b>621.340,7</b>	<b>489.659,6</b>

I CV relativi alla produzione del 2009 vengono negoziati perlopiù nei primi mesi del 2010. Il valore di riferimento per il 2010 è pari a € 112,82, ma, poiché nel mercato si ha una situazione di eccesso di offerta di CV, il valore medio delle negoziazioni tende ad attestarsi intorno al prezzo di ritiro riconosciuto dal GSE, che per il 2010 è pari a € 88,91 per CV.

Nell'anno 2009 sono stati incentivati con CV 5,5 TWh di energia elettrica prodotta da fonte eolica, per un valore che, in base al prezzo utilizzato, è compreso nel range 490-621 milioni di euro.



## Convenzioni CIP6 degli impianti eolici nel 2009

Una parte degli impianti eolici in esercizio risultano ancora incentivati nell'ambito del provvedimento CIP6/92 per un ammontare complessivo di energia ritirata dal GSE, nel 2009, pari a 880.235 MWh.

Si precisa che questi impianti, per l'energia eventualmente eccedente quella in convenzione CIP6, possono ricevere CV e possono far ritirare l'energia accedendo alla convenzione RID.

	Potenza conv.	Energia conv.	Remun. CIP6	Remun. CIP6	Remun. unitaria	Ricavo vendita	Onere incent.
Regione	MW	MWh	€ mila	%	€/kWh	€ mila	€ mila
Piemonte							
Valle d'Aosta							
Lombardia							
Trentino Alto Adige							
Veneto							
Friuli Venezia Giulia							
Liguria							
Emilia Romagna	3,5	2.977	292,7	0,3	0,10	189,4	103,3
Toscana	1,8	4.519	506,8	0,4	0,11	287,5	219,3
Umbria							
Marche							
Lazio	1,2	1.897	289,8	0,3	0,15	120,7	169,2
Abruzzo	93,9	96.902	14.712,8	13,0	0,15	6.164,0	8.548,9
Molise	84,4	37.037	3.954,0	3,5	0,11	2.355,9	1.598,0
Campania	273,3	214.578	22.944,4	20,3	0,11	13.649,3	9.295,1
Puglia	155,3	264.895	31.589,1	28,0	0,12	16.849,9	14.739,2
Basilicata	105,8	131.080	19.169,4	17,0	0,15	8.338,0	10.831,3
Calabria							
Sicilia							
Sardegna	127,6	126.348	19.409,1	17,2	0,15	8.037,0	11.372,1
<b>Italia</b>	<b>846,7</b>	<b>880.235</b>	<b>112.868,1</b>	<b>100,0</b>	<b>0,13</b>	<b>55.991,7</b>	<b>56.876,4</b>

Il GSE nel 2009 ha sostenuto un costo di circa 113 milioni di euro per il ritiro dell'energia CIP6 (la valorizzazione è a prezzi provvisori 2009), ricollocandola sul mercato ad un prezzo medio di 63,61 € per MWh, ricavando complessivamente circa 56 milioni di euro.

L'onere dell'incentivazione per l'anno 2009, derivante dalla differenza tra il costo sostenuto ed il ricavo percepito, è pari a circa 57 milioni di euro.

La regione Puglia detiene il primato di energia prodotta che accede alla convenzione CIP6, con circa 265 GWh per l'anno 2009.



## Il Ritiro dedicato dell'energia da impianti eolici nel 2009

Il GSE fornisce il servizio di Ritiro Dedicato dell'energia (RID) per gli impianti eolici, qualora richiesto dall'operatore. Nell'ipotesi in cui l'operatore abbia una convenzione CIP6 attiva, può far accedere al servizio di ritiro dedicato solo l'eventuale eccedenza di energia prodotta dall'impianto, non coperta dal CIP6. Per tale eccedenza il produttore può chiedere al GSE, oltre al ritiro dell'energia prodotta, anche l'emissione di Certificati Verdi, per il periodo in cui ha diritto a tale incentivo.

	Potenza convenzionata	Energia convenzionata	Valore energia RID	Percentuale RID
Regione	MW	MWh	€ mila	%
Piemonte	12,5	17.626	1.076,0	0,5
Valle d'Aosta				
Lombardia				
Trentino Alto Adige	0,3	49	5,5	0,0
Veneto	1,4	1.776	112,6	0,1
Friuli Venezia Giulia				
Liguria	3,2	2.760	209,7	0,1
Emilia Romagna	1,3	290	30,8	0,0
Toscana	9,0	10.162	570,4	0,3
Umbria	1,5	2.072	132,5	0,1
Marche				
Lazio	9,0	14.338	868,4	0,4
Abruzzo	34,7	34.457	2.282,9	1,1
Molise	110,3	102.899	5.157,4	2,6
Campania	435,9	686.446	41.664,0	21,0
Puglia	644,9	842.672	47.337,4	23,8
Basilicata	59,4	106.556	6.181,5	3,1
Calabria	119,1	149.276	8.725,8	4,4
Sicilia	555,2	585.906	50.413,6	25,4
Sardegna	358,4	457.149	34.058,6	17,1
<b>Italia</b>	<b>2.356,1</b>	<b>3.014.434</b>	<b>198.827,3</b>	<b>100,0</b>

L'energia incentivata con CV risulta superiore a quella convenzionata RID in quanto alcuni grandi operatori non accedono alla convenzione RID preferendo la vendita sul mercato o tramite accordi bilaterali.

Nel 2009 i prezzi minimi garantiti (PMG) per impianti con potenza non superiore ad 1 MW, sono stati pari a

- 0,1011 €/kWh per i primi 500.000 kWh di energia prodotta;
- 0,0852 €/kWh oltre 500.000 e fino a 1.000.000 kWh di energia prodotta;
- 0,0745 €/kWh oltre 1.000.000 e fino a 2.000.000 kWh di energia prodotta.

Le regioni che accedono alla convenzione RID con i quantitativi di energia più elevati sono Puglia, Campania, Sicilia e Sardegna. Il prezzo medio nel 2009 è stato di circa 70 centesimi di euro per kWh.



## Previsione della produzione da impianti eolici

La delibera dell'Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 280 del 2007 (Ritiro Dedicato) ha affidato al GSE, in qualità di soggetto attuatore, anche le attività di miglioramento delle previsioni delle immissioni di energia elettrica nella rete da parte degli impianti a fonte rinnovabile classificati non programmabili. In tale classe ricadono quegli impianti che utilizzano la fonte eolica, solare e idrica fluente, che hanno stipulato convenzione con GSE di ritiro dedicato dell'energia prodotta ed immessa in rete. Per tali impianti, il GSE ha l'obbligo di ritirare l'energia elettrica immessa in rete ed allocarla sul mercato elettrico del giorno prima.

Il GSE gestisce anche il ritiro e l'allocazione in borsa dell'energia elettrica prodotta dagli impianti regolati dal provvedimento CIP6 del 1992. Per gli impianti eolici CIP6 rilevanti (quelli con potenza superiore o pari ai 10 MVA), è attiva dal 2007 la previsione delle immissioni, al fine di contribuire positivamente alla riduzione degli oneri di bilanciamento.

In tale contesto il GSE ha sviluppato un apposito sistema di previsione della produzione degli impianti eolici e conseguentemente dell'energia elettrica immessa in rete.

Gli impianti eolici sottoposti a previsione della immissione in rete sono riassunti nella tabella seguente:

<i>Tipo convenzione</i>	<b>Impianti rilevanti</b>	
	<i>N° Impianti</i>	<i>Potenza (MW)</i>
CIP 6	19	479
Ritiro dedicato	58	1.567
<b>Totale</b>	<b>77</b>	<b>2.047</b>

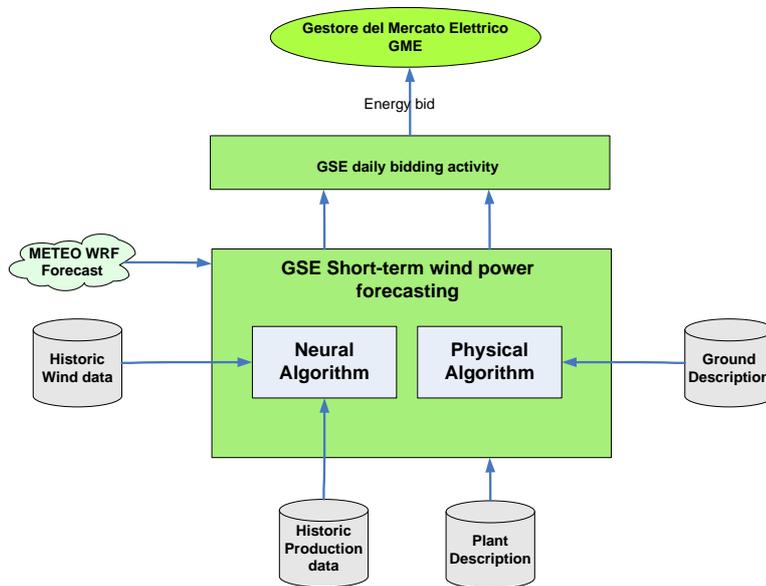
Il sistema di previsione sviluppato da GSE si basa su:

- Dettagliata descrizione del terreno (studio della localizzazione della farm eolica);
- Algoritmo a Rete Neurale (addestrato con almeno 1 anno di dati storici);
- Algoritmo di tipo Fisico (con descrizione dettagliata del parco eolico in termini di turbine, localizzazione delle medesime, curve di potenza etc.);
- Modello Meteo WRF (Weather Research and Model);
- Dati storici di produzione e del vento;
- Descrizione dettagliata dell'impianto (turbine).

Gli algoritmi sono stati progettati e sviluppati "In house".



La figura seguente mostra in modo sintetico il sistema su descritto:



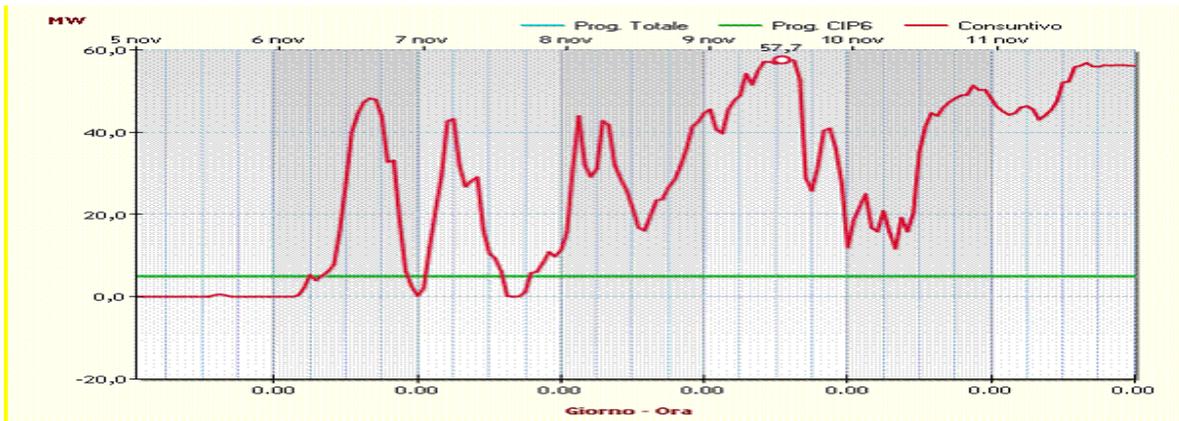
Entrambi i modelli di previsione girano 2 volte al giorno (alle 7:00 e alle 18:00) per ciascun impianto eolico. L'output prodotto sono curve orarie (2 coppie, 1 Neurale e 1 Fisica) per 3 giorni in avanti per ciascun impianto. Il GSE utilizza le curve di produzione previste alle ore 7:00 di ogni giorno (quindi con previsione a 24h in anticipo) al fine di ottimizzare le offerte di vendita di energia per il mercato del giorno prima (MGP) del giorno  $n+1$ .

Sino a gennaio 2008, in assenza della previsione delle immissioni, le offerte in borsa per gli impianti eolici, venivano fatte con profilo piatto in funzione della potenza contrattualizzata. Di conseguenza gli scostamenti fra misura a consuntivo e offerta erano di notevole consistenza.

I risultati ottenuti dopo 2 anni di utilizzo del sistema di previsione per gli impianti eolici sono soddisfacenti.

I sistemi adottati dimostrano la possibilità di mitigare gli oneri di bilanciamento legati agli impianti a fonte rinnovabile non programmabili, ciò ci ha spinto ad un utilizzo di algoritmi di previsione, seppur differenti fra loro, anche per gli impianti solari e idroelettrici ad acqua fluente.

A dimostrazione di quanto detto, i grafici seguenti mostrano l'energia prodotta e programmata per lo stesso impianto pre (Novembre 2007) e post (Marzo 2009) utilizzo del sistema di previsione.



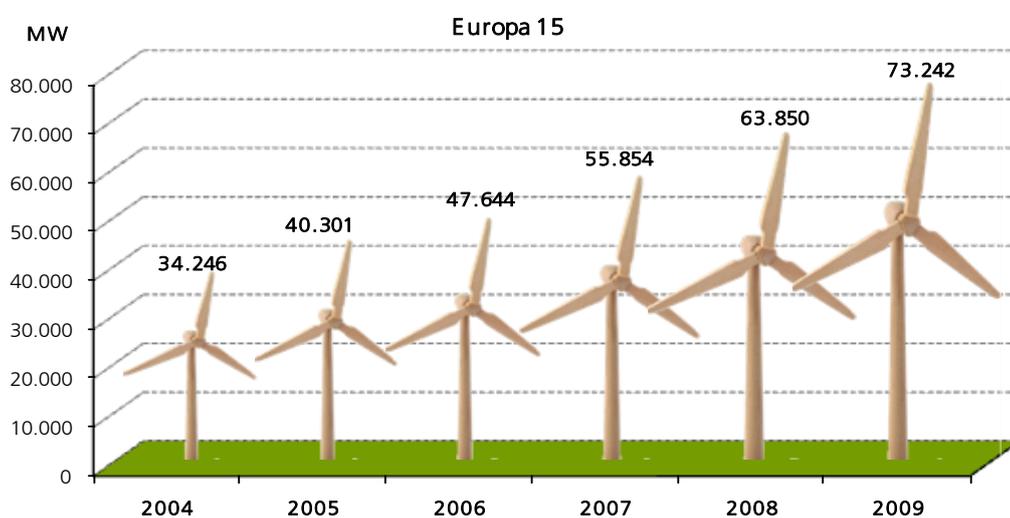
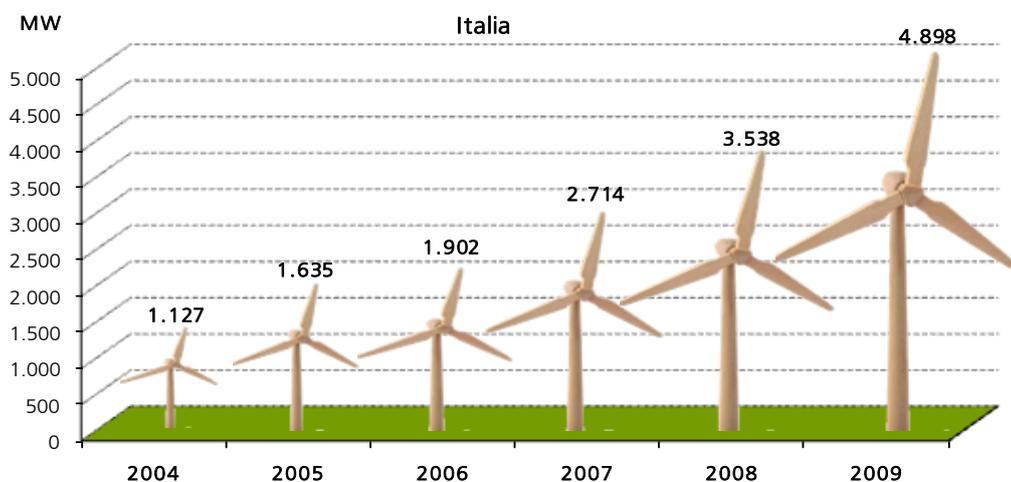
Nella seconda metà del 2009, a seguito della delibera ARG/elt 93 di luglio, successivamente modificata nel gennaio 2010 con la delibera 4, l'Autorità per l'energia elettrica e il gas ha definito le direttive destinate al GSE e agli Operatori proprietari degli impianti rinnovabili al fine di attuare il progetto di miglioramento delle previsioni delle immissioni di energia, proposto dal GSE. Il sistema messo a punto prevede di acquisire i dati relativi ai singoli impianti mediante un canale satellitare, cosa che rende la previsione più accurata rispetto a quella ottenibile in passato e in particolare per gli impianti eolici.

Il progetto coinvolge fino a 5000 unità di produzione, distribuiti su tutto il territorio nazionale.

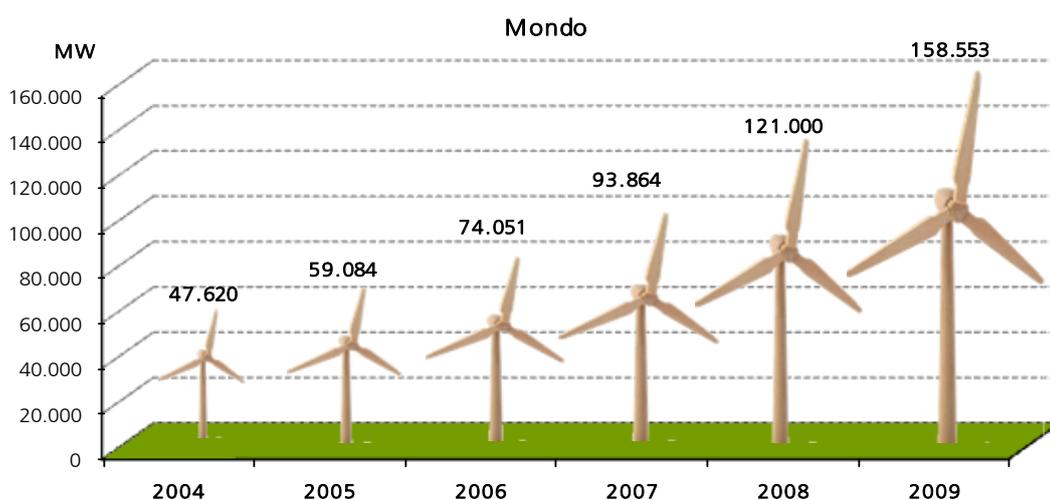
Infine, come richiesto dalla nuova delibera ARG/elt 05 sulla valutazione della mancata produzione eolica, il GSE sta sviluppando un sistema predittivo al fine di calcolare i quantitativi di energia elettrica non prodotta da ciascuna unità produttiva eolica a causa delle modulazioni imposte da Terna per vincoli di rete.



## Potenza eolica installata dal 2004 al 2009 in Italia, UE15, Mondo



Fonte: Wind in Power – European Wind Energy Association

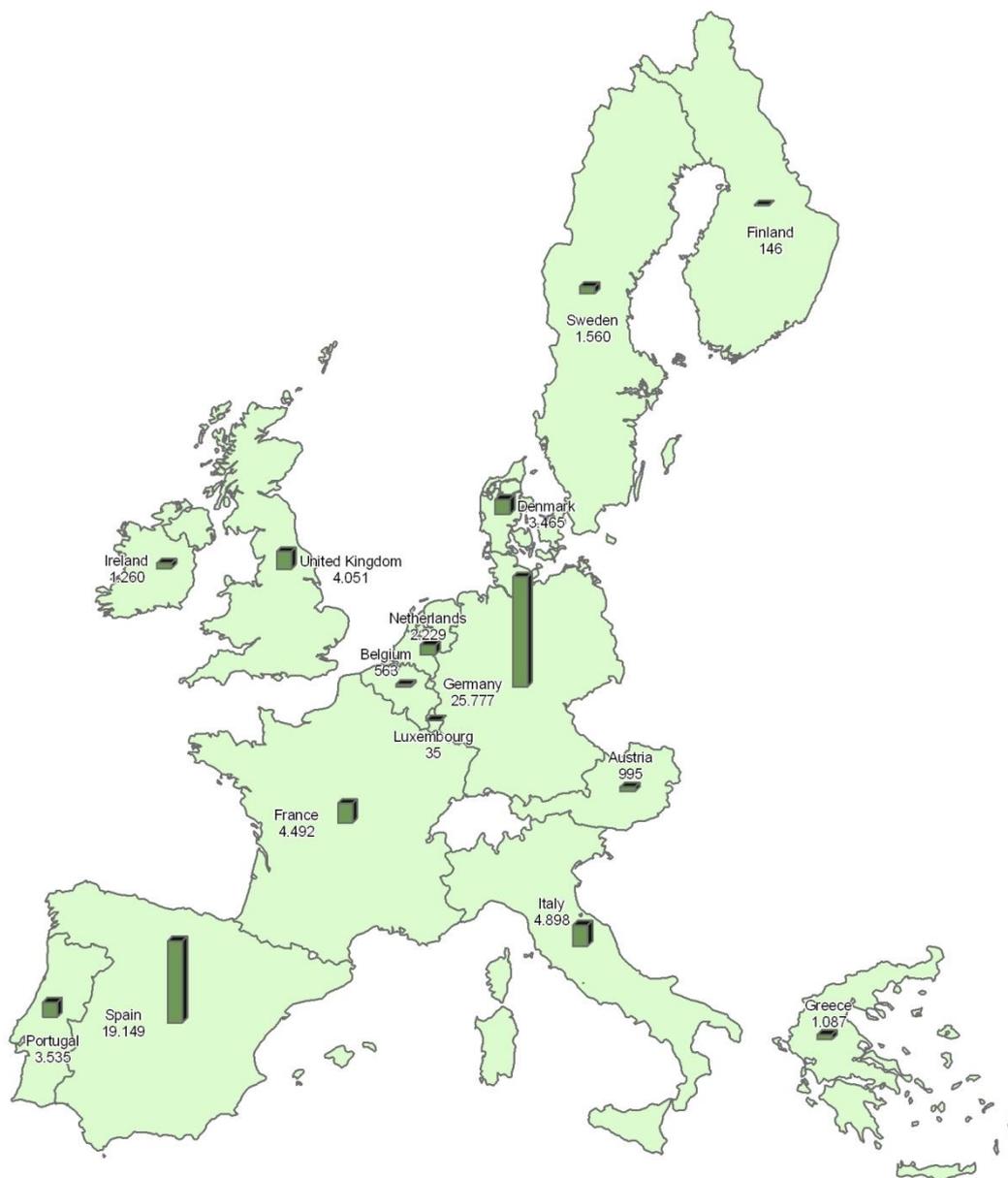


Fonte: Global Wind 2009 Report – Global Wind Energy Council

Nel 2009 la potenza eolica Italiana rappresenta il 6,7% della potenza installata in UE15 ed il 3,1% di quella mondiale. La crescita complessiva 2004-2009 è stata del 335% in Italia, del 114% in UE e del 233% nel Mondo.



## Potenza eolica installata nell'UE 15 a fine 2009



Nell'Europa dei 27 la potenza eolica installata a fine 2009 è pari a 74.815 MW, di cui il 98% appartiene all'Europa dei 15 con 73.242 MW installati.

La Germania è il paese in cui sono stati installati più impianti con una potenza complessiva pari a 25.777 MW, è seguita dalla Spagna con 19.149 MW e da Italia e Francia, nei quali la potenza installata è rispettivamente pari a 4.898 e 4.492 MW. Questi 4 paesi rappresentano il 74% dei 73.242 MW installati nel perimetro dell'Europa dei 15.



## Immagini fotografiche

