

*Fabio Tarocco – Espansione soluzioni per l'Energia*

# Fonti Rinnovabili Solare – Eolico – Idroelettrico

LIUC - 30 Settembre 2009

# AGENDA

1. Introduzione alle fonti di energia rinnovabili – FER
2. Bilancio energetico nazionale e contributo FER
3. Solare
  - Fotovoltaico
  - Solare Termico
  - Solare termodinamico
4. Eolico
5. Idroelettrico
6. Valutazioni e conclusioni

# Premesse

Larga parte dei bisogni energetici vengono oggi soddisfatti dai **combustibili fossili**, dagli idrocarburi al carbone fino al gas naturale.

Prescindendo da logiche ambientaliste, la motivazione alla base del loro utilizzo è stata storicamente la diffusa disponibilità oltreché la facile rintracciabilità, ed il loro costo largamente sostenibile e competitivo.

Ad oggi si prevede che al 2030, l'80% della domanda energetica continuerà ad essere soddisfatta da petrolio, gas e carbone.

Le energie rinnovabili, come l'eolica, la solare e i biocarburanti, cresceranno ad un ritmo più veloce rispetto a tutte le altre fonti, ad un tasso medio annuo pari a circa il 9.3%, ma non soddisferanno più del 3% del consumo mondiale

# Fonti rinnovabili - definizione

Non esiste una definizione univoca di “fonti rinnovabili”.

Sono considerate **energie rinnovabili** quelle forme di energia generate da fonti che per loro caratteristica intrinseca *si rigenerano o non sono "esauribili" nella scala dei tempi "umani"* e, per estensione, il cui utilizzo *non pregiudica le risorse naturali per le generazioni future*.

Sono dunque generalmente considerate "fonti di energia rinnovabile" il sole, il vento, il mare, il calore della Terra, ovvero quelle fonti il cui utilizzo attuale non ne pregiudica la disponibilità nel futuro.

# Fonti rinnovabili - definizione

Da un punto strettamente scientifico tale definizione non ha particolare senso, in quanto in base ai postulati necessari per definire il primo principio della termodinamica, per cui nulla si crea o si distrugge, tutte le forme di energia sono rinnovabili.

La definizione corrente è quindi di natura socio-politica e crea la distinzione in uso oggi fra fonti di energia considerate rinnovabili (vento, acqua, sole, ecc.), il cui utilizzo attuale non ne pregiudica la disponibilità nel futuro, e quelle non rinnovabili/convenzionali, fossili (carbone, petrolio, gas naturale), e nucleare (uranio, plutonio), le quali avendo lunghi periodi di formazione, di molto superiore a quelli di consumo attuale, sono limitate nel futuro.

Per fonti di energia rinnovabili - FER (ai sensi del decreto legislativo 387/2003 in recepimento della Direttiva 77/2001/CE) si intendono quelle fonti non fossili: eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomasse, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas.

# Fonti rinnovabili vs emissioni

Una forte accelerazione allo sviluppo delle energie rinnovabili, in ambito europeo ma non solo, è stata sicuramente offerta dalla firma nel 1997 del Protocollo di Kyoto, in cui, con modalità differenti, una serie di Paesi si sono impegnati a ridurre nel quinquennio **2008-2012** le loro emissioni nell'atmosfera di 6 tipologie di gas nocive per l'ambiente, rispetto ai valori fatti registrare da ogni Paese nel 1990.

Ad esempio, per L'UE l'obiettivo è 92, ovvero il 92% di emissioni rispetto a quelle del 1990, cioè una riduzione dell'8% rispetto a quell'anno (CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA, 1997)

# Fonti rinnovabili vs emissioni

## 20-20-20

Nel dicembre 2008 il Parlamento Europeo ha approvato il pacchetto clima-energia volto conseguire gli obiettivi che l'UE si è fissata per il 2020: ridurre del 20% le emissioni di gas a effetto serra, portare al 20% il risparmio energetico e aumentare al 20% il consumo di fonti rinnovabili (contro una quota di circa il 4,7% nel 2005)

La Commissione ha stilato un insieme di obiettivi nazionali, calcolati per ciascun Paese applicando una componente fissa di base e una componente variabile in funzione del PIL di ogni Stato Membro.

Per quanto riguarda l'Italia, dovrà tagliare il 13% di emissioni di CO<sub>2</sub> nei settori non inclusi nel sistema di scambio di emissioni e dovrà aumentare del 17% i consumi energetici da fonti rinnovabili entro il 2020, partendo dal 5,2% del 2005.

# Fonti rinnovabili

## 20-20-20

Definiti gli obiettivi al 2020, e quindi gli incrementi della quota di consumi finali da FER, la Commissione ha poi tracciato target intermedi biennali dal 2012 al 2020:

25% dell'obiettivo entro il 2012

35% dell'obiettivo entro il 2014

45% dell'obiettivo entro il 2016

65% dell'obiettivo entro il 2018

# Fonti rinnovabili

Quota d'utilizzo di Fonti di Energia Rinnovabile nei Paesi dell'UE a 27 sui consumi finali			
Paesi	2005	Target 2020	Δ 2005 - 2020
Austria	23,3 %	34 %	11 %
Belgio	2,2 %	13 %	11 %
Bulgaria	9,4 %	16 %	7 %
Cipro	2,9 %	13 %	10 %
Danimarca	17 %	30 %	13 %
Estonia	18 %	25 %	7 %
Finlandia	28,5 %	38 %	10 %
Francia	10,3 %	23 %	13 %
Germania	5,8 %	18 %	12 %
Grecia	6,9 %	18 %	11 %
Irlanda	3,1 %	16 %	13 %
<b>Italia</b>	<b>5,2 %</b>	<b>17 %</b>	<b>12 %</b>
Lettonia	34,9 %	42 %	7 %
Lituania	15 %	23 %	8 %
Lussemburgo	0,9 %	11 %	10 %
Malta	0 %	10 %	10 %
Paesi Bassi	2,4 %	14 %	12 %
Polonia	7,2 %	15 %	8 %
Portogallo	20,5 %	31 %	11 %
Regno Unito	1,3 %	15 %	14 %
Rep. Ceca	6,1 %	13 %	7 %
Romania	17,8 %	24 %	6 %
Slovacchia	6,7 %	14 %	7 %
Slovenia	16 %	25 %	9 %
Spagna	8,7 %	20 %	11 %
Svezia	39,8 %	49 %	9 %
Ungheria	4,3 %	13 %	9 %
<b>MEDIA UE 27</b>	<b>11,64 %</b>	<b>21,5 %</b>	<b>9,86 %</b>

# Opportunità per la UE

- Le motivazioni che sostengono la politica europea a sostegno delle rinnovabili sono essenzialmente tre.
  1. **cambiamento climatico e riduzione dell'inquinamento atmosferico.** A tale proposito, le “tecnologie pulite” non sono fonte di nessuna delle emissioni che contribuiscono all'inquinamento atmosferico urbano ed al fenomeno delle piogge acide senza che sia quindi necessario sostenere costi di controllo aggiuntivi.
  2. **Ampliamento della gamma di fonti energetiche** che contribuisce a rendere il sistema di approvvigionamento dei singoli paesi meno vulnerabile e si ritiene possa ridurre la volatilità dei prezzi dell'energia.
  3. **Generazione Distribuita** possibile localizzazione della produzione di energia vicino ai luoghi di utilizzo della stessa. Questa pratica permette di ridurre i costi di trasporto dell'energia, oltre a migliorarne la qualità e l'affidabilità del sistema distributivo.

# Opportunità per la UE

- Le tecnologie per le energie rinnovabili hanno già **fatturato circa 20 Mld** di euro e hanno creato **300.000 posti di lavoro**. Una quota del 20% di energie rinnovabili potrebbe permettere per il 2020 la creazione di quasi un milione di posti di lavoro nel settore
- Il settore delle energie rinnovabili ha un'elevata intensità di manodopera; esso si basa su numerose piccole-medie imprese e può distribuire posti di lavoro e sviluppo
- Più in generale la “ecoindustria” già oggi occupa 3,4 milioni di persone in Europa e fattura circa 227 Mld di Euro/anno

*Fonte: Servizi Studi del Senato*

# AGENDA

1. Introduzione alle fonti di energia rinnovabili – FER
2. Bilancio energetico nazionale e contributo FER
3. Solare
  - Fotovoltaico
  - Solare Termico
  - Solare termodinamico
4. Eolico
5. Idroelettrico
6. Valutazioni e conclusioni

# Glossario

## **Ore di utilizzazione**

Sono pari al rapporto tra la produzione e la potenza efficiente.

## **Consumo Interno Lordo di energia elettrica (C.I.L.)**

E' pari alla produzione lorda di energia elettrica al netto della produzione da pompaggi più il saldo scambi con l'estero

## **Energia elettrica destinata ai pompaggi**

l'energia elettrica impiegata per il sollevamento di acqua, a mezzo pompe, al solo scopo di essere utilizzata successivamente per la produzione di energia elettrica.

# Glossario

## 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, di disponibilità di combustibile e di acqua di raffreddamento nel caso degli impianti termoelettrici.

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.

# Glossario

## **Produzione:**

Fase iniziale delle attività di un sistema elettrico. Consiste nella trasformazione delle fonti energetiche primarie in energia elettrica all'interno delle centrali elettriche. Secondo la fonte energetica primaria utilizzata, la produzione assume la denominazione di

- **termoelettrica** (combustibili fossili, biomasse),
- **geotermoelettrica** (vapore geotermico)
- **idroelettrica** (salti d'acqua ottenuti mediante derivazione di corsi d'acqua)
- **eolica** (l'energia del vento),
- **fotovoltaica** (l'energia del sole convertita in energia elettrica grazie all'effetto fotovoltaico).

# BILANCIO ENERGETICO

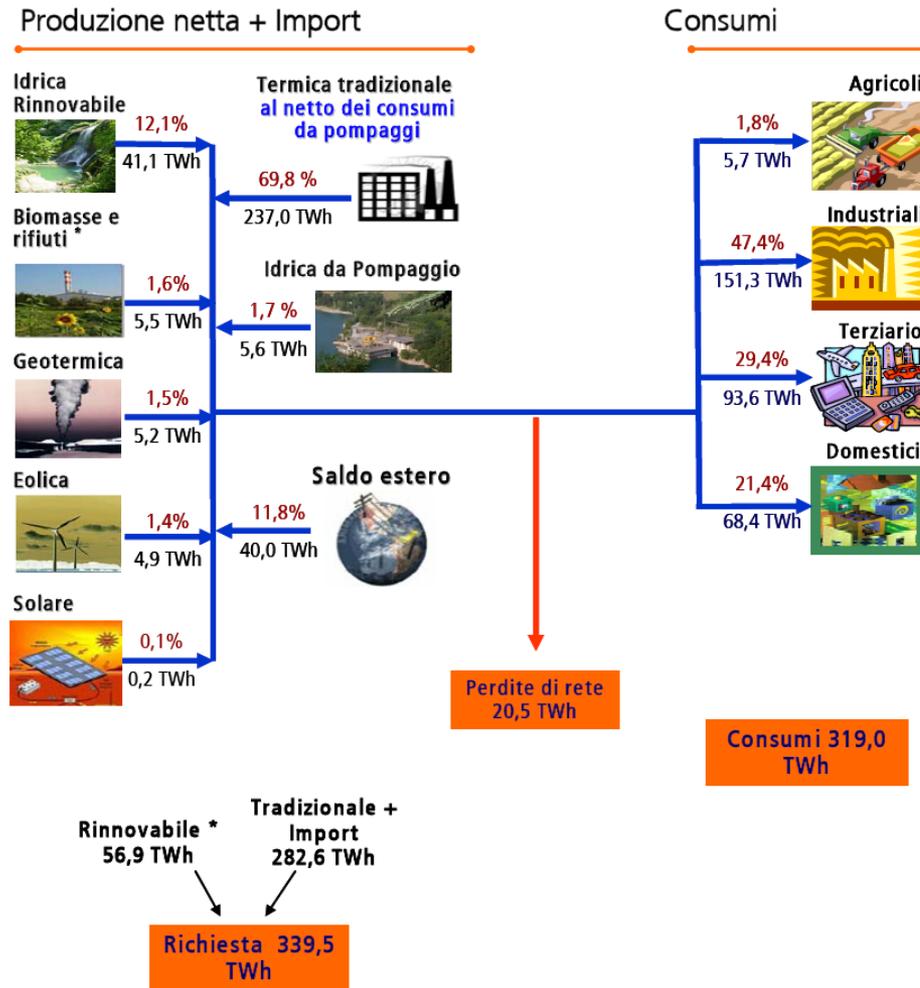
Nel 2008 la **produzione nazionale netta** è aumentata del 1,9% rispetto all'anno precedente, con un valore di **307,1 miliardi di kWh**.

Disaggregando per fonte i dati relativi alla produzione al netto dei servizi ausiliari, si evidenzia un andamento diversificato tra le varie fonti, con un sensibile incremento delle principali fonti rinnovabili – idrica, eolica e fotovoltaica – ed una contrazione della produzione termoelettrica tradizionale.

In particolare, in ragione della favorevole idraulicità registrata nel 2008, la produzione **idroelettrica** è aumentata del 22,9%. Per il proseguimento del trend di crescita della costruzione di nuovi impianti eolici e fotovoltaici, la produzione **eolica** è cresciuta del 20,3% mentre quella **fotovoltaica** ha raggiunto i 192,9 milioni di kWh (+395% rispetto al 2007). Complessivamente la produzione netta da fonti rinnovabili è aumentata del 21,3%

*FONTE: Terna*

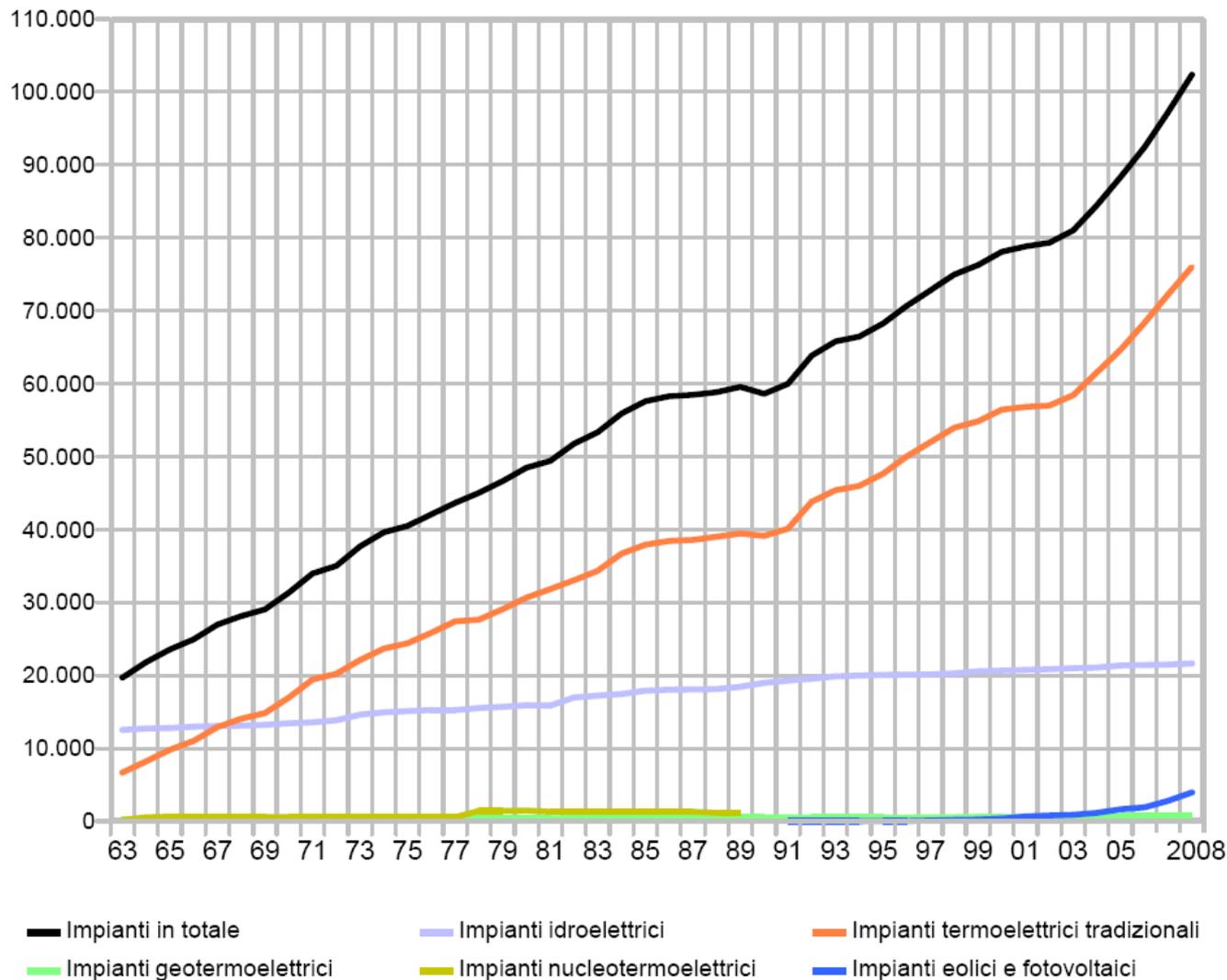
# Bilancio Elettrico nazionale 2008



# Bilancio Elettrico nazionale 2008

GWh	2007	2008	2008/2007
<b>Produzione lorda</b>	<b>313.888,0</b>	<b>319.129,6</b>	<b>1,7%</b>
- idrica	38.481,3	47.226,5	22,7%
- termica	265.764,2	261.328,4	-1,7%
- geotermica	5.569,1	5.520,3	-0,9%
- eolica	4.034,4	4.861,3	20,5%
- fotovoltaica	39,0	193,0	395,4%
<b>Consumi dei servizi ausiliari</b>	<b>12.589,0</b>	<b>12.065,0</b>	<b>-4,2%</b>
<b>Produzione netta</b>	<b>301.299,0</b>	<b>307.064,5</b>	<b>1,9%</b>
- idrica	37.962,3	46.672,6	22,9%
- termica	254.022,7	250.149,1	-1,5%
- geotermica	5.242,8	5.197,6	-0,9%
- eolica	4.032,3	4.852,4	20,3%
- fotovoltaica	39,0	192,9	395,2%
<b>Destinata ai pompaggi</b>	<b>7.653,6</b>	<b>7.617,7</b>	<b>-0,5%</b>
<b>Produzione destinata al consumo</b>	<b>293.645,5</b>	<b>299.446,9</b>	<b>2,0%</b>
<b>Ricevuta da fornitori esteri</b>	<b>48.930,8</b>	<b>43.432,5</b>	<b>-11,2%</b>
<b>Ceduta a clienti esteri</b>	<b>2.648,1</b>	<b>3.398,4</b>	<b>28,3%</b>
<b>RICHIESTA</b>	<b>339.928,2</b>	<b>339.480,9</b>	<b>-0,1%</b>
<b>Perdite di rete</b>	<b>20.975,7</b>	<b>20.443,7</b>	<b>-2,5%</b>
in percentuale della richiesta	6,2%	6,0%	
<b>CONSUMI</b>	<b>318.952,5</b>	<b>319.037,2</b>	<b>0,03%</b>
<b>Agricoltura</b>	<b>5.659,2</b>	<b>5.669,5</b>	<b>0,2%</b>
<b>Industria</b>	<b>155.804,3</b>	<b>151.366,6</b>	<b>-2,8%</b>
- Manifatturiera di base	71.924,3	70.026,8	-2,6%
- Manifatturiera non di base	65.800,2	63.138,7	-4,0%
<b>Terziario</b>	<b>90.268,5</b>	<b>93.612,2</b>	<b>3,7%</b>
<b>Domestico</b>	<b>67.220,4</b>	<b>68.388,9</b>	<b>1,7%</b>

Potenza efficiente lorda MW



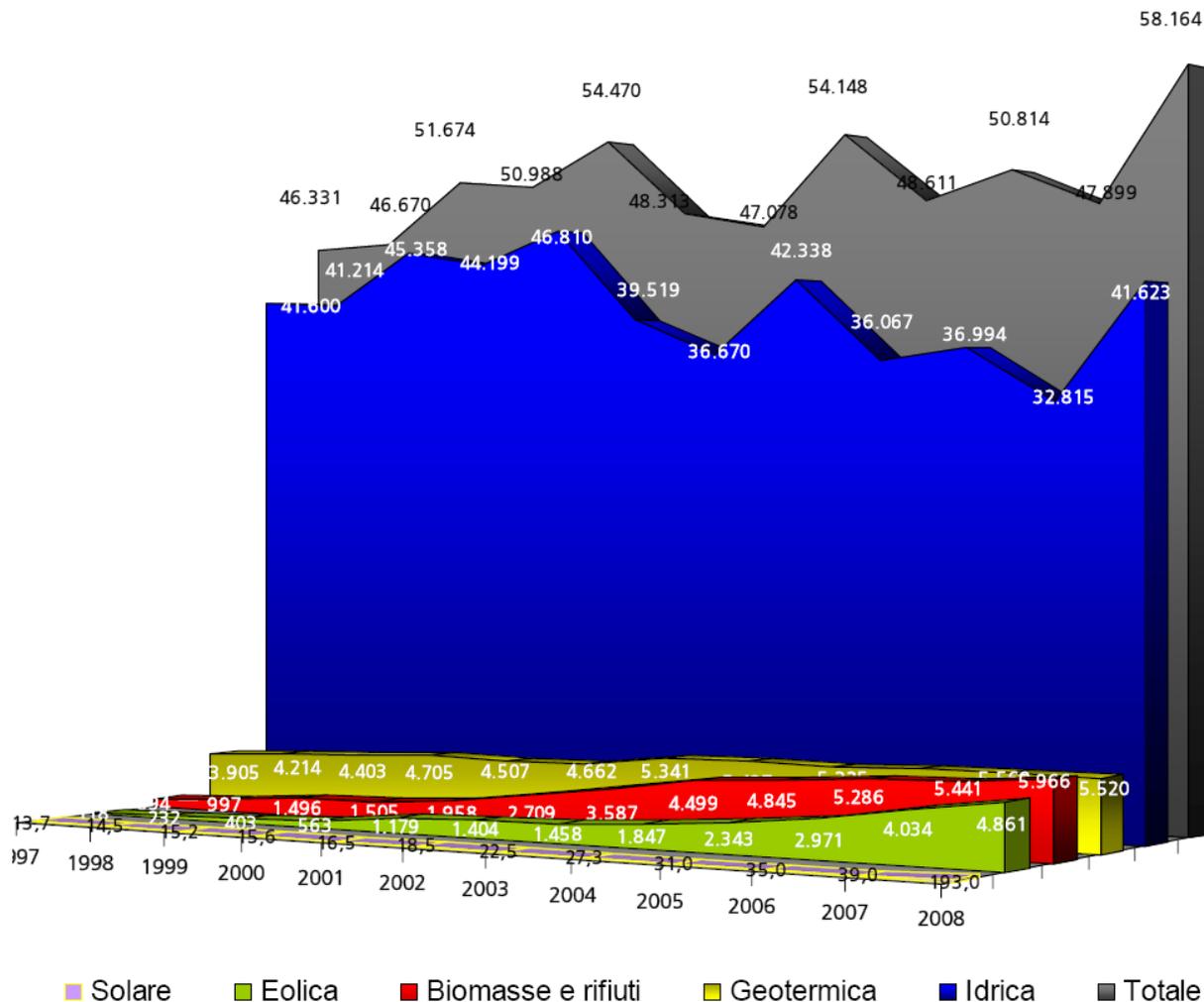
La **potenza efficiente** di un impianto di generazione è la massima potenza elettrica possibile per una durata di funzionamento sufficientemente lunga per la produzione esclusiva di potenza attiva, supponendo tutte le parti dell'impianto interamente in efficienza e nelle condizioni ottimali (di portata e di salto nel caso degli impianti idroelettrici e di disponibilità di combustibile e di acqua di raffreddamento nel caso degli impianti termoelettrici).

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.

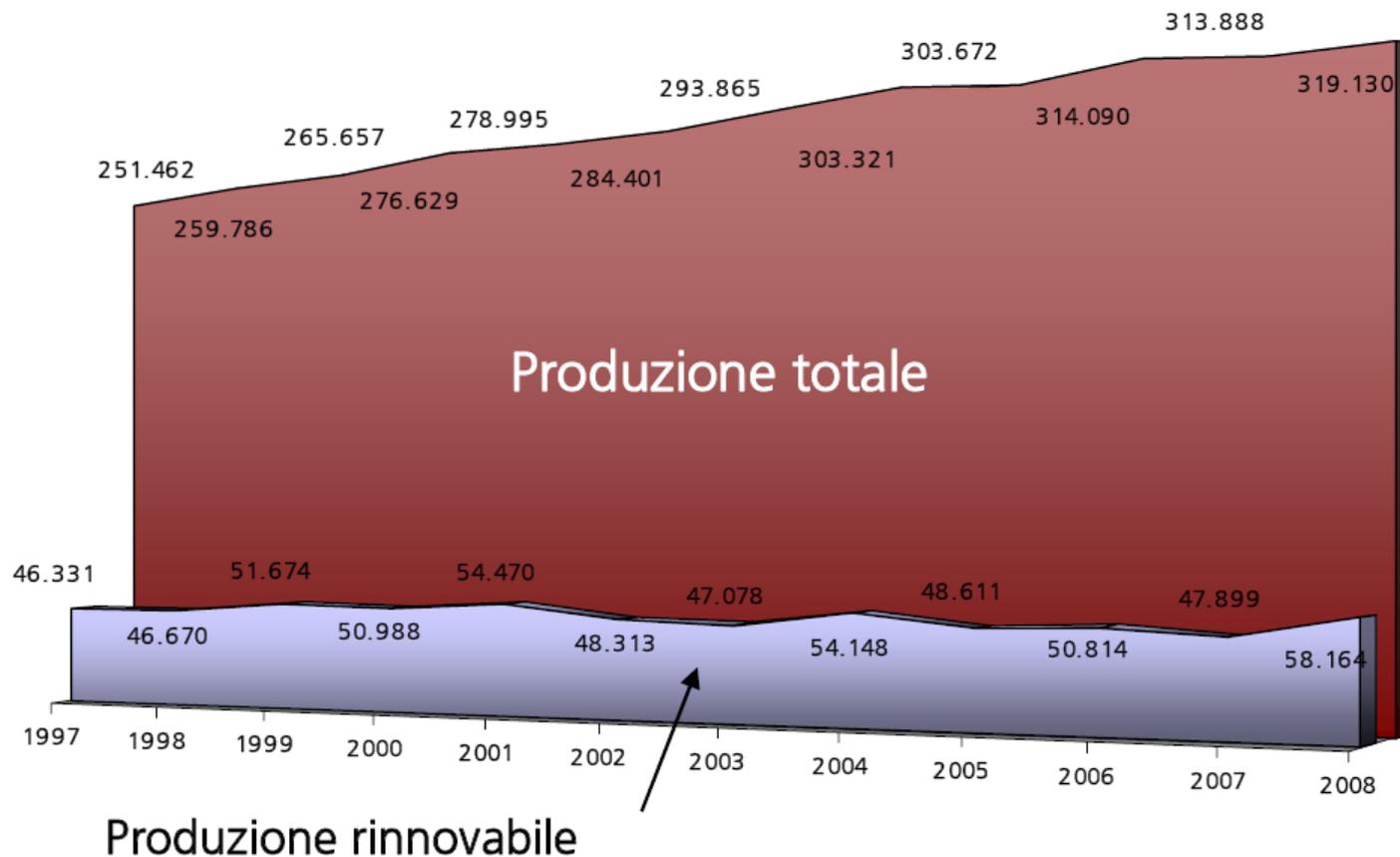
La **potenza media disponibile alla punta** è la potenza che è stata erogata in media dagli impianti di generazione per far fronte alle punte giornaliere del periodo invernale. Poiché si dispone della misura diretta della potenza erogata solo di una parte - ancorché importante - di impianti, tale dato è parzialmente stimato.

# PRODUZIONE LORDA FER

Il grafico evidenzia come l'andamento della produzione totale da fonte rinnovabile in Italia, negli ultimi 12 anni, sia influenzato dalla variabilità della produzione da fonte idrica, malgrado il notevole incremento delle altre fonti rinnovabili. Infatti i picchi e le valli della produzione totale ricalcano i picchi e le valli della Produzione idrica

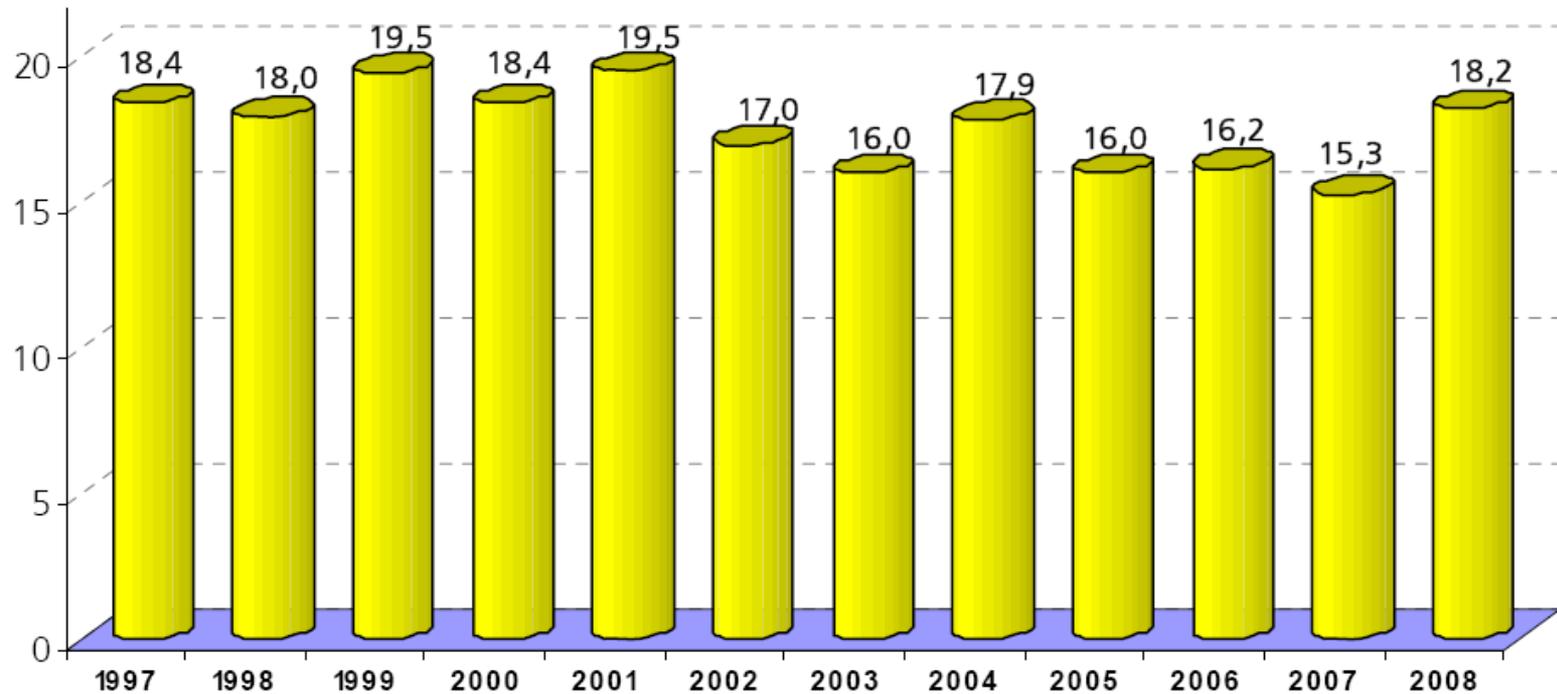


# PRODUZIONE LORDA TOTALE/ FER



# PRODUZIONE FER

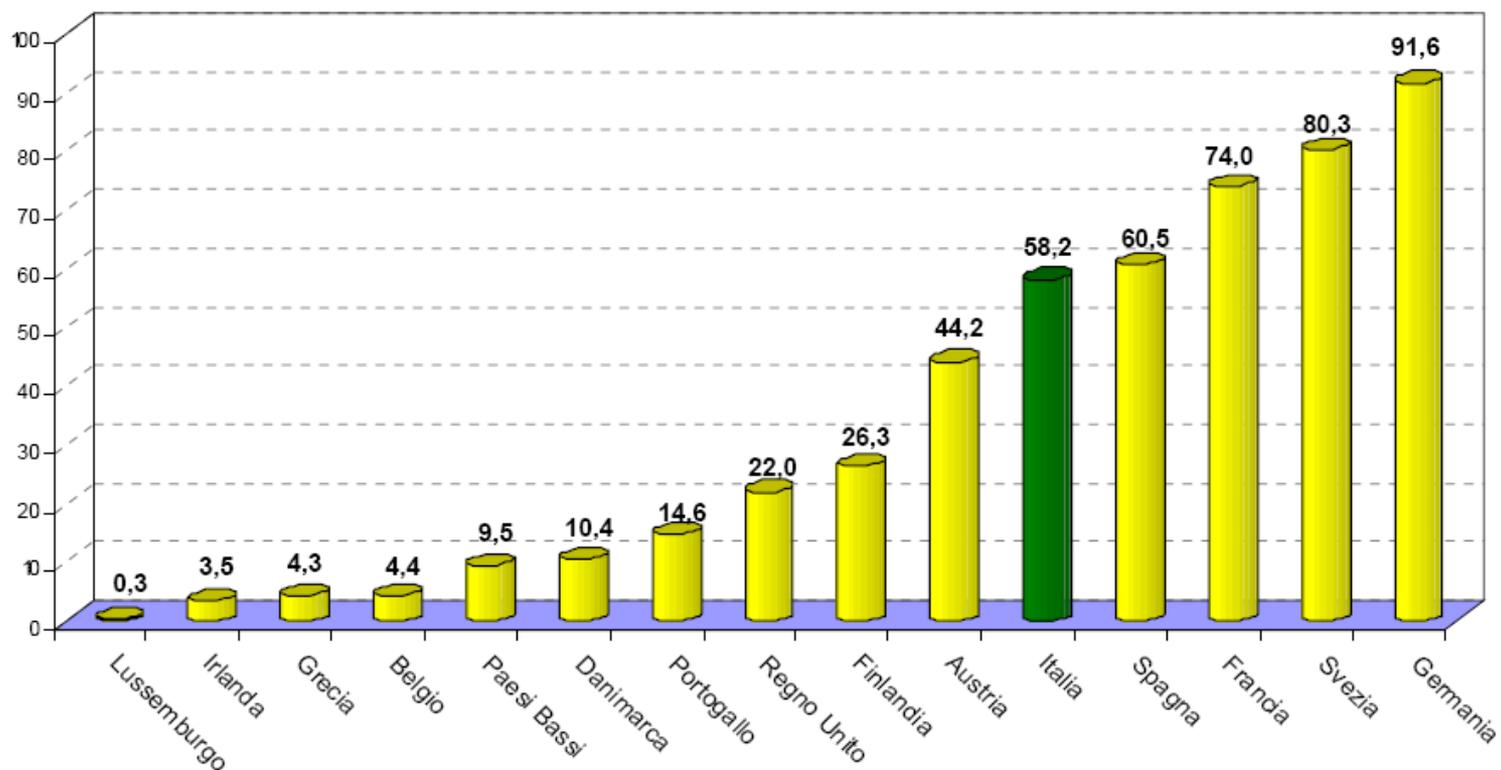
Rapporto percentuale P.rinnovabile / P.totale



# PRODUZIONE FER

TWh Produzione Rinnovabile

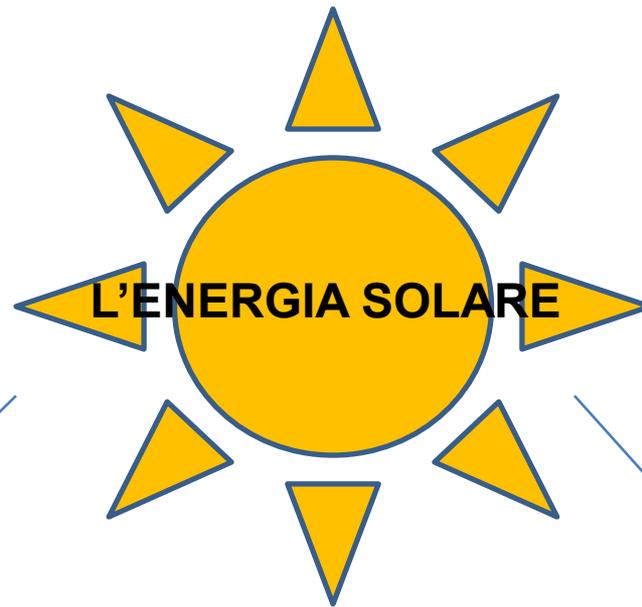
( UE15 = 504,3)



# AGENDA

1. Introduzione alle fonti di energia rinnovabili – FER
2. Bilancio energetico nazionale e contributo FER
3. **Solare**
  - Fotovoltaico
  - Solare Termico
  - Solare termodinamico
4. Eolico
5. Idroelettrico
6. Valutazioni e conclusioni

# Solare



**ENERGIA  
FOTOVOLTAICA**

**SOLARE  
TERMICO**

**CALORE  
PASSIVO**

# Fotovoltaico

- La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare direttamente in energia elettrica l'energia associata alla **radiazione solare**. Essa sfrutta il cosiddetto effetto fotovoltaico, basato sulle proprietà di alcuni materiali semiconduttori (il più utilizzato è il silicio, elemento molto diffuso in natura) che, opportunamente trattati, sono in grado di generare elettricità se colpiti da radiazione luminosa.
- Il dispositivo elementare capace di operare una conversione dell'energia solare si definisce **cella fotovoltaica** ed è in grado di produrre una potenza di circa 1,5 Watt.
- Il componente base, commercialmente disponibile, è invece il **modulo** composto da più celle collegate ed incapsulate. Più moduli fotovoltaici, collegati in serie e in parallelo, formano le sezioni di un impianto

# Fotovoltaico

- Dell'energia solare però, solo una parte può essere utilizzata dagli impianti fotovoltaici; infatti un 25 % del flusso di energia solare viene **riflesso dall'atmosfera**, un altro 25 % viene **assorbito** e un 18 % si **diffonde** sempre nell'atmosfera; il restante **32 % arriva al suolo**, che se privo di pannelli, ne riflette il 5 % e ne assorbe il 27 %.

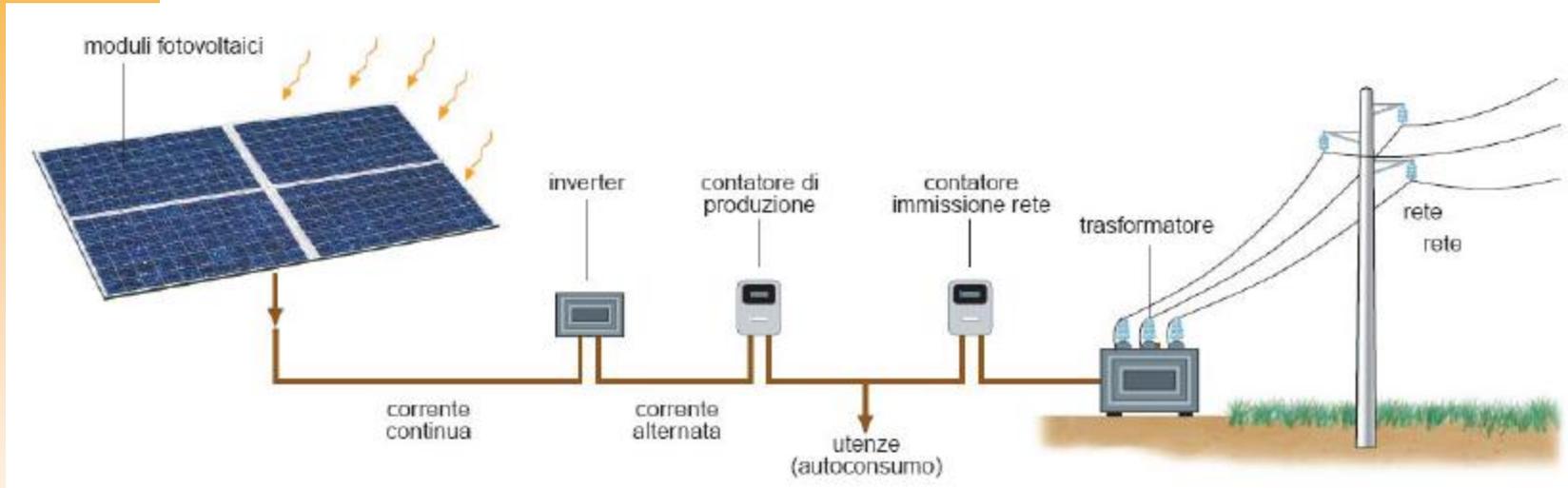
# Fotovoltaico

- La quantità di energia solare che arriva sulla superficie terrestre e che può essere utilmente “raccolta” da un dispositivo fotovoltaico, dipende dall'**irraggiamento** del luogo.
- L'irraggiamento è la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, tipicamente un giorno (**kWh/m<sup>2</sup>/giorno**).
- L'irraggiamento è influenzato dalle condizioni climatiche locali (nuvolosità, foschia, ecc.) e dipende dalla latitudine del luogo, cresce cioè quanto più ci si avvicina all'equatore.
- La corretta esposizione all'irraggiamento solare dei moduli fotovoltaici rappresenta un fattore chiave al fine di ottenere le prestazioni ottimali dell'impianto in termini di producibilità di energia elettrica. Ad esempio in Italia l'esposizione ottimale è verso Sud con una inclinazione di circa 30-35°gradi

# Fotovoltaico

- In Italia, l'**irraggiamento medio annuale** varia dai 3,6 kWh/m<sup>2</sup>/giorno della pianura padana ai 4,7 kWh/m<sup>2</sup>/giorno del centro-sud e ai 5,4 kWh/m<sup>2</sup>/giorno della Sicilia (ENEA – Unità RES RELPROM, 2006).
- Elettricità prodotta kWh/anno da un impianto FV di 8 m<sup>2</sup> (che mediamente coincide con 1 kWp di potenza installata):
  - Milano 1.167 kWh ogni anno
  - Roma 1.477 kWh ogni anno
  - Trapani 1.669 kWh ogni anno

# Fotovoltaico



La configurazione dell'impianto prevede l'inserimento a valle dei moduli fotovoltaici di un inverter che trasforma la corrente continua generata dalle celle in corrente alternata direttamente utilizzabile dagli utenti. Infine il sistema è completato da una struttura di sostegno che può essere fissa o mobile, in grado di seguire il sole lungo il suo percorso giornaliero durante l'intero anno.

Le principali applicazioni dei sistemi fotovoltaici sono:

- impianti con sistema di accumulo per utenze isolate dalla rete;
- impianti per utenze collegate alla rete in bassa tensione;
- centrali di produzione di energia elettrica collegate alla rete in media o alta tensione.

# Fotovoltaico

Potenza, numerosità e variazione % degli impianti fotovoltaici in Italia

	Anno 2007			Anno 2008			Variazione 08 / 07 (%)	
	n°	MW	Q.%	n°	MW	Q.%	n°	MW
Valle d'Aosta	4	0,1	0,1	37	0,3	0,1	825	172
Piemonte	595	5,7	6,6	2.646	32,6	7,8	345	472
Lombardia	1.328	8,7	10,0	5.138	49,3	11,8	287	467
Trentino Alto Adige	409	8,8	10,4	1.676	31,3	7,5	310	254
Veneto	807	5,1	5,9	3.042	28,1	6,7	277	455
Friuli Venezia Giulia	385	2,5	3,5	1.678	12,4	3,0	336	398
Liguria	128	0,6	0,8	440	3,7	0,9	244	494
Emilia Romagna	933	7,2	8,3	3.408	39,7	9,5	265	452
Toscana	549	5,5	6,5	2.239	28,5	6,8	308	416
Marche	330	2,6	3,0	1.362	23,8	5,7	313	817
Umbria	229	4,9	5,7	788	18,4	4,4	244	276
Lazio	454	3,1	3,6	1.868	22,5	5,4	311	625
Abruzzo	105	1,2	2,4	603	9,0	2,1	474	680
Molise	17	0,1	0,1	90	1,1	0,3	429	999
Campania	145	2,6	7,5	619	11,6	2,8	327	357
Basilicata	63	0,8	0,9	282	4,6	1,1	348	471
Puglia	516	7,0	8,8	2.489	51,7	12,4	382	638
Calabria	117	5,5	7,0	631	17,0	4,1	439	209
Sicilia	342	4,2	5,1	1.546	17,3	4,1	352	309
Sardegna	169	2,8	4,0	1.293	14,8	3,5	665	427
ITALIA	7.625	78,9	100,0	31.875	417,6	100,0	318	429

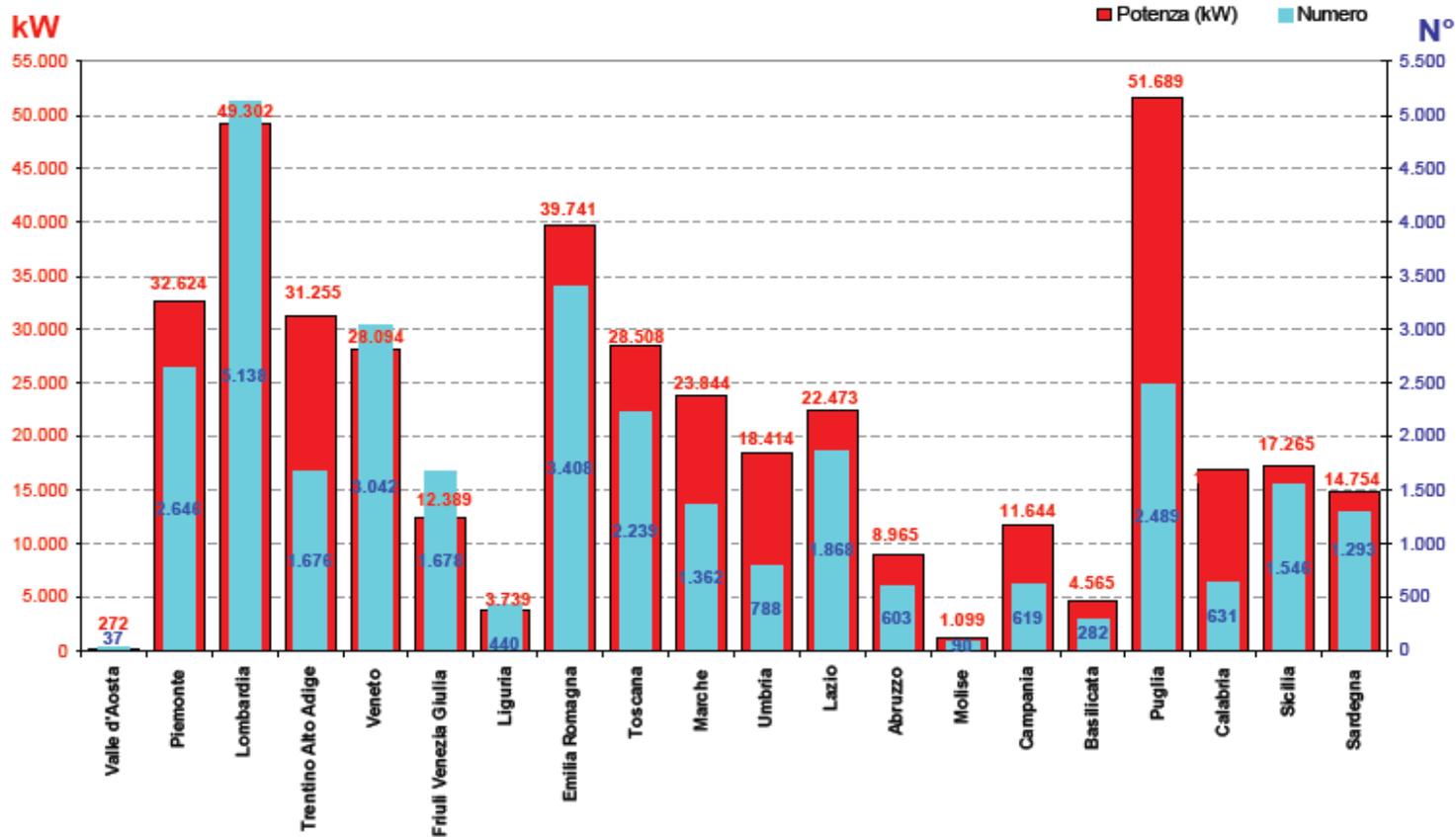
Fonte: GSE

# Fotovoltaico

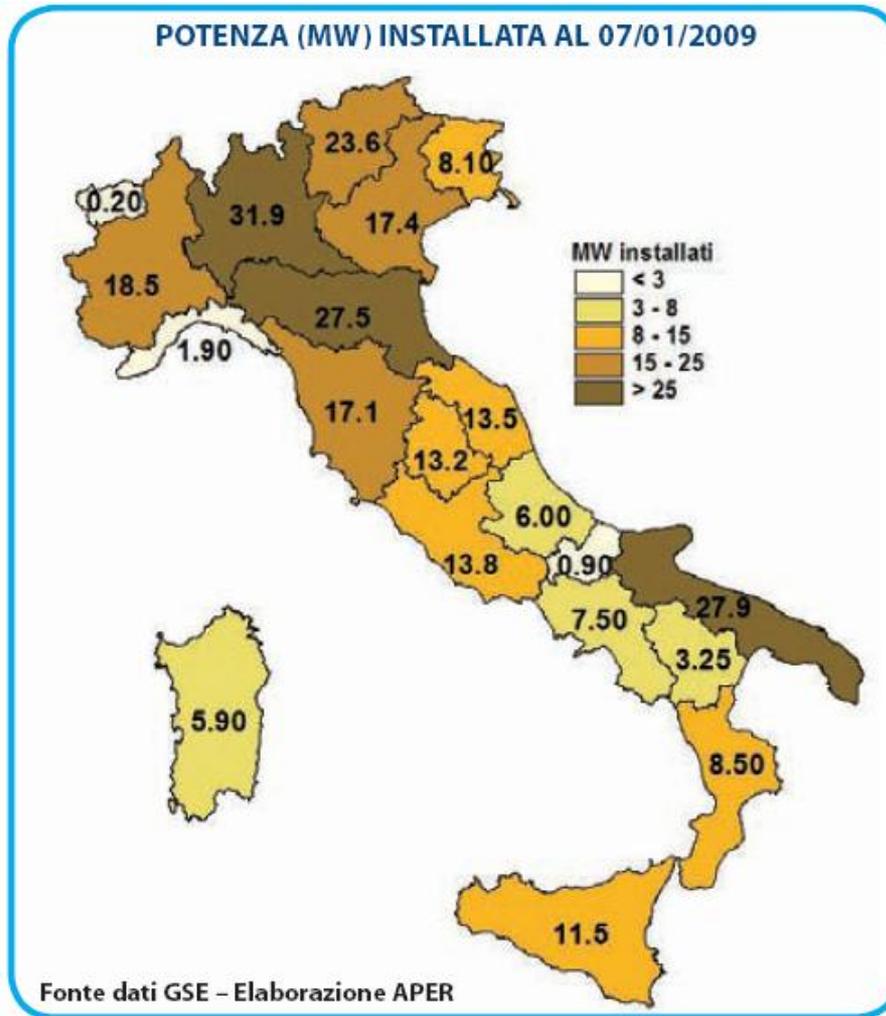
Impianti N° 31.875

Potenza 417.617 kW

Taglia Media 13,1 kW



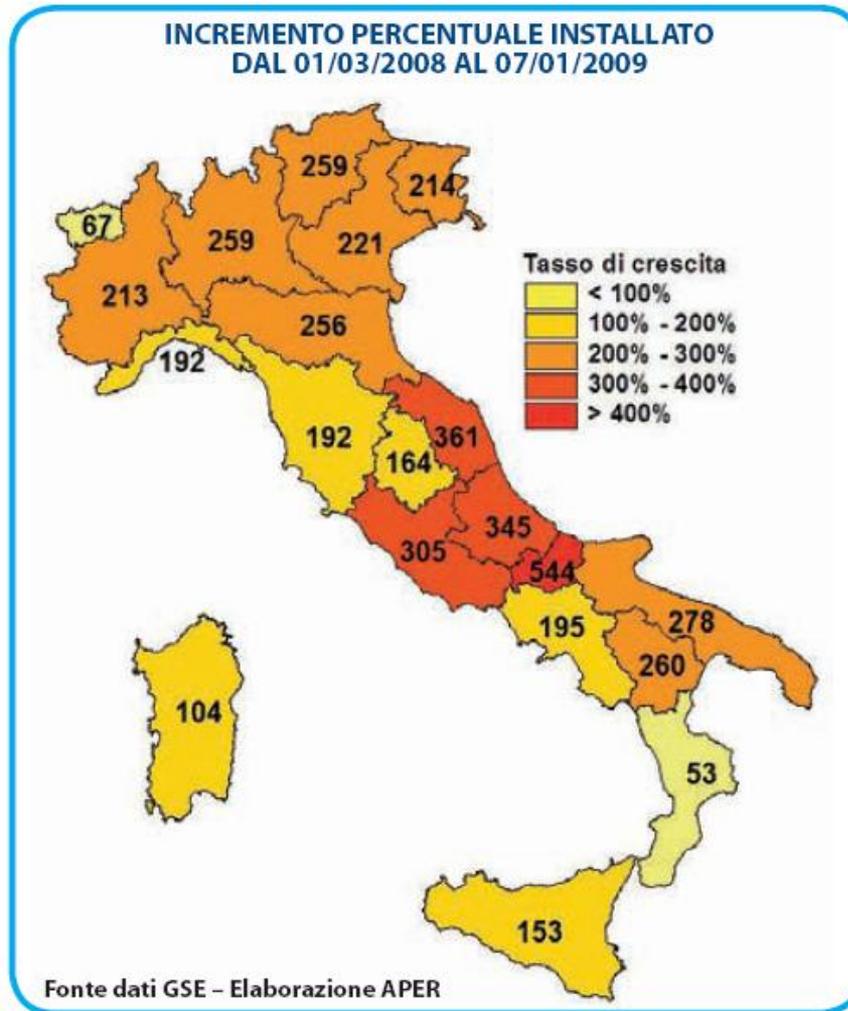
# Fotovoltaico



PARADOSSO:

In Lombardia è presente una potenza installata superiore a quella complessiva di Sicilia Sardegna e Calabria

# Fotovoltaico



Tasso di crescita sostenuto nel 2008 per molte regioni del centro ma il Nord continua a prevalere con il 50% dell'installato totale.

# Fotovoltaico

## Potenza installata FV al 07/01/09, dati aggregati e disaggregati per regione

Fonte GSE - Elaborazione APER

REGIONE	MW INSTALLATI		TASSO DI CRESCITA	QUOTA SU INSTALLATO NAZ. 07/01/09	MACROREGIONI			
	01/03/08	07/01/09			MW 01/03/08	MW 07/01/09	tasso medio di crescita	quota nazionale
Lombardia	8,9	31,915	259%	12,34%	40,812	129,383	196%	50,04%
Aosta	0,106	0,177	67%	0,07%				
Piemonte	5,936	18,576	213%	7,18%				
Liguria	0,666	1,943	192%	0,75%				
Veneto	5,427	17,446	221%	6,75%				
Friuli V.G.	2,589	8,125	214%	3,14%				
Trentino AA	9,445	23,652	150%	9,15%	18,583	63,736	273%	24,65%
Emilia	7,743	27,549	256%	10,65%				
Toscana	5,866	17,129	192%	6,62%				
Umbria	5,016	13,248	164%	5,12%				
Lazio	3,412	13,822	305%	5,35%				
Marche	2,935	13,518	361%	5,23%				
Abruzzo	1,354	6,019	345%	2,33%	23,971	65,462	227%	25,32%
Molise	0,14	0,901	544%	0,35%				
Campania	2,552	7,519	195%	2,91%				
Puglia	7,393	27,917	278%	10,80%				
Basilicata	0,903	3,25	260%	1,26%				
Calabria	5,564	8,49	53%	3,28%				
Sicilia	4,532	11,487	153%	4,44%	83,366	258,581	226%	100,00%
Sardegna	2,887	5,898	104%	2,28%				

# Fotovoltaico UE

A fine 2008, la potenza fotovoltaica installata in Europa ha raggiunto più di **9.400 MW**.

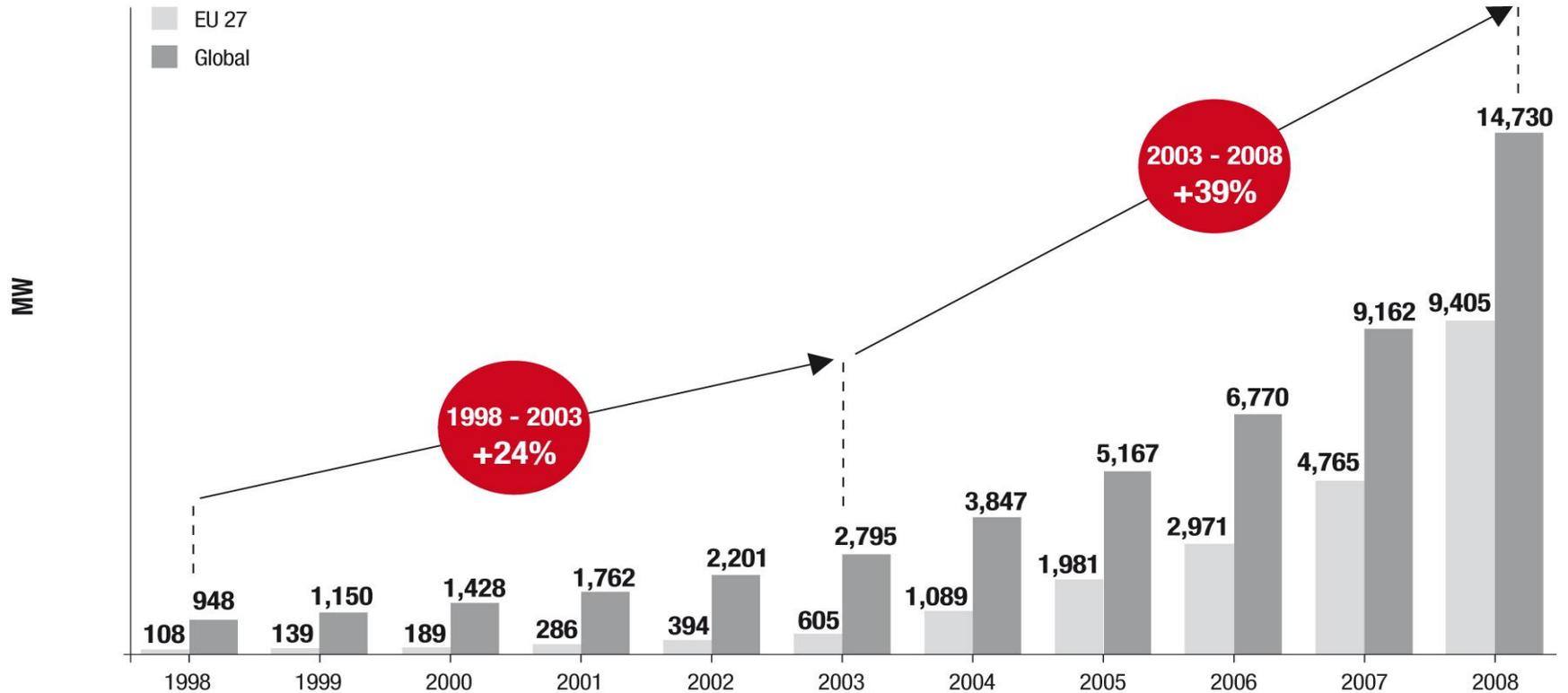
Nel 2007-2008, la **Spagna** ha fatto registrare il tasso di crescita più consistente passando da 143 MW ad oltre 2.511 MW rappresentando il 45% del mercato globale del fotovoltaico.

In termini assoluti, la **Germania** continua invece ad essere il primo paese europeo con una stima per le nuove installazioni nel 2008 di circa i 1.500 MW che si sommano agli oltre 3.800 MW già complessivi installati.

*Fonte Rapporto EPIA – Greenpeace “Solar Generation V – 2008”*

# Fotovoltaico

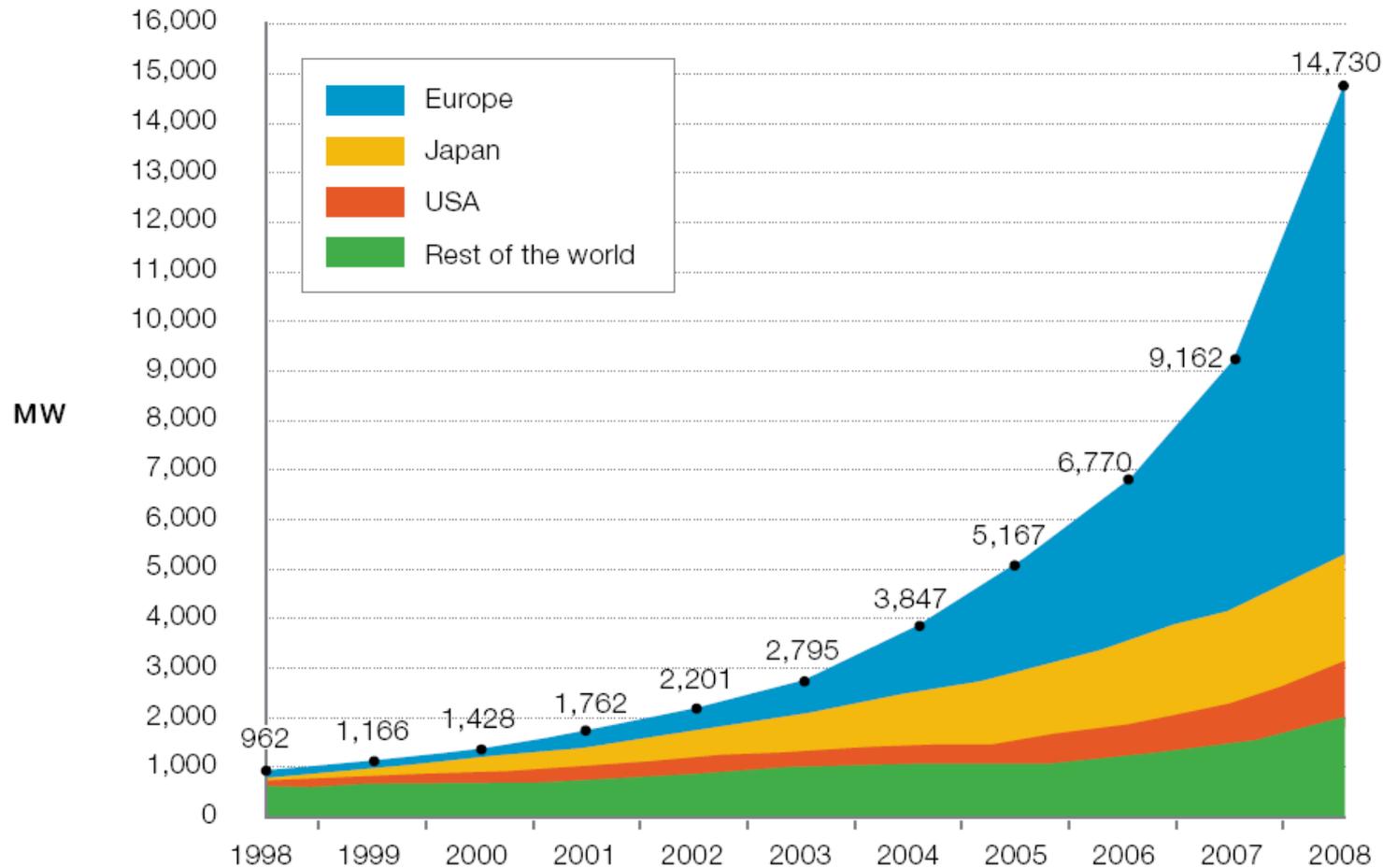
## Cumulative installed PV capacity in EU 27 and in the world



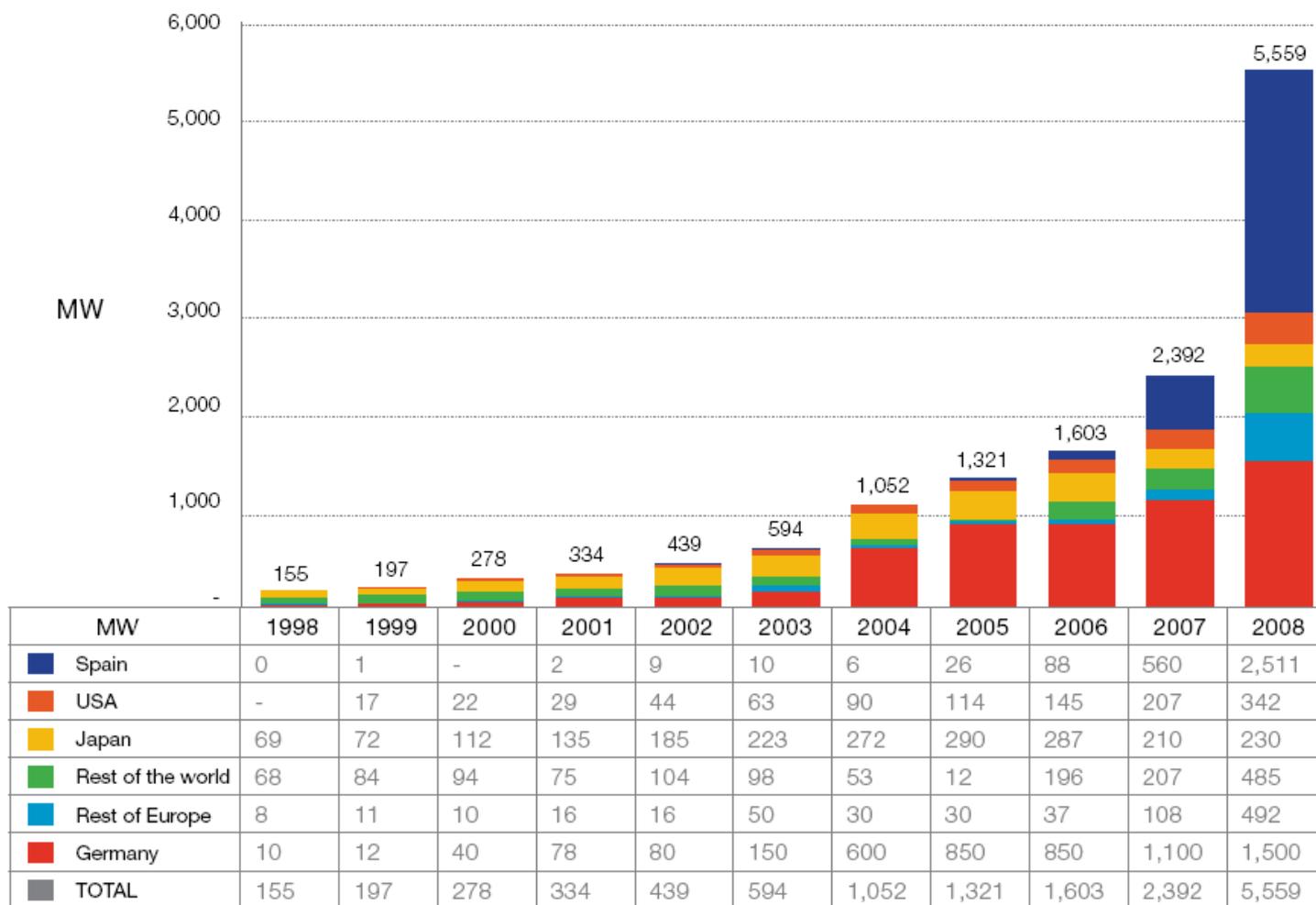
Sources: EPIA « Global Market Outlook for Photovoltaics until 2013 », 2009 - A.T. Kearney analysis.

© EPIA 2009 - [www.setfor2020.eu](http://www.setfor2020.eu)

# Fotovoltaico Mondo



# Fotovoltaico



# Tecnologia Fotovoltaica

Al momento le tecnologie “commercialmente” disponibili sono sostanzialmente 2

## **Crystalline Silicon** (Silicio Cristallino)

Rappresenta il 90% dell'attuale mercato dei pannelli fotovoltaici.

Le celle sono realizzate a partire da sottili fette ottenute da cristalli di silicio

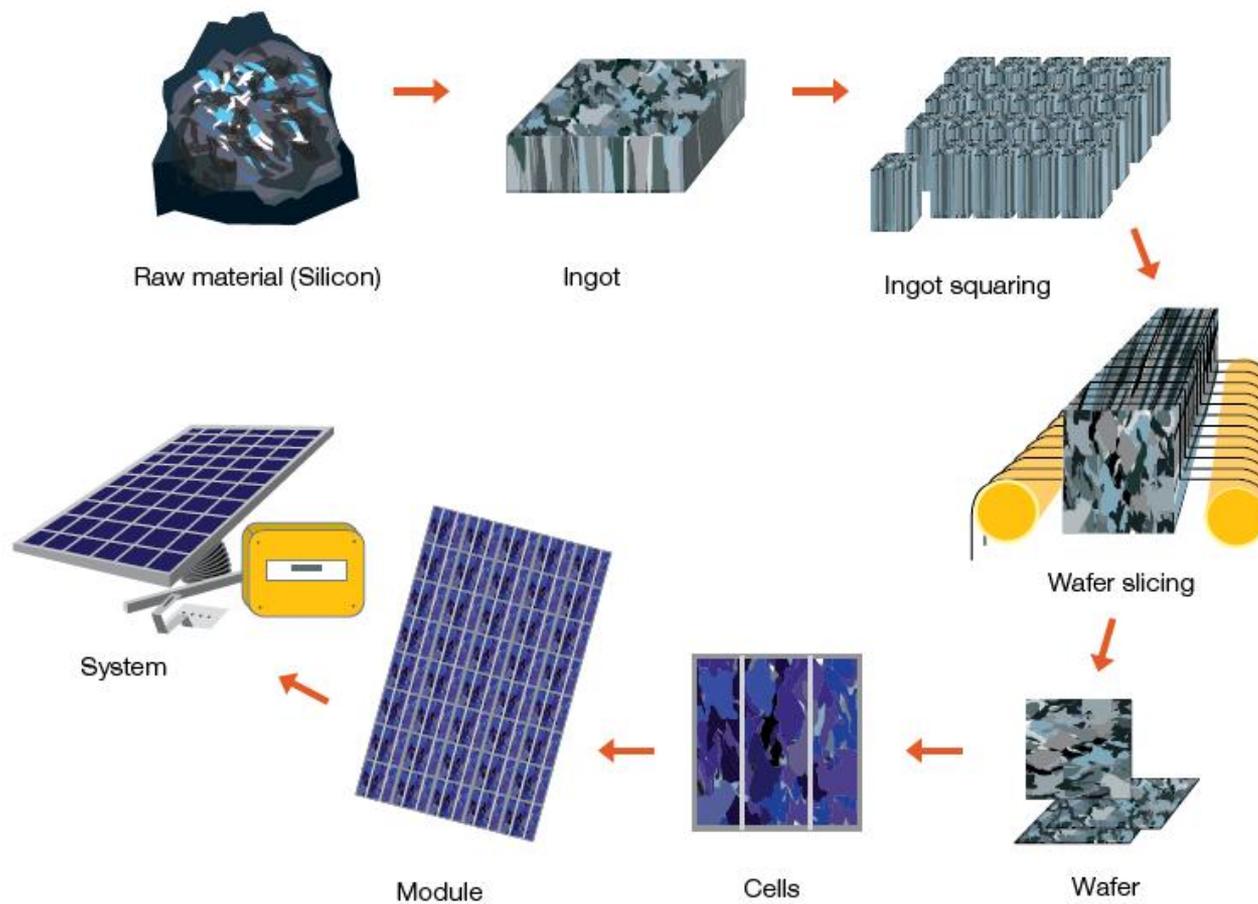
- Monocristallino
- Policristallino

## **THIN FILM** (Film sottile)

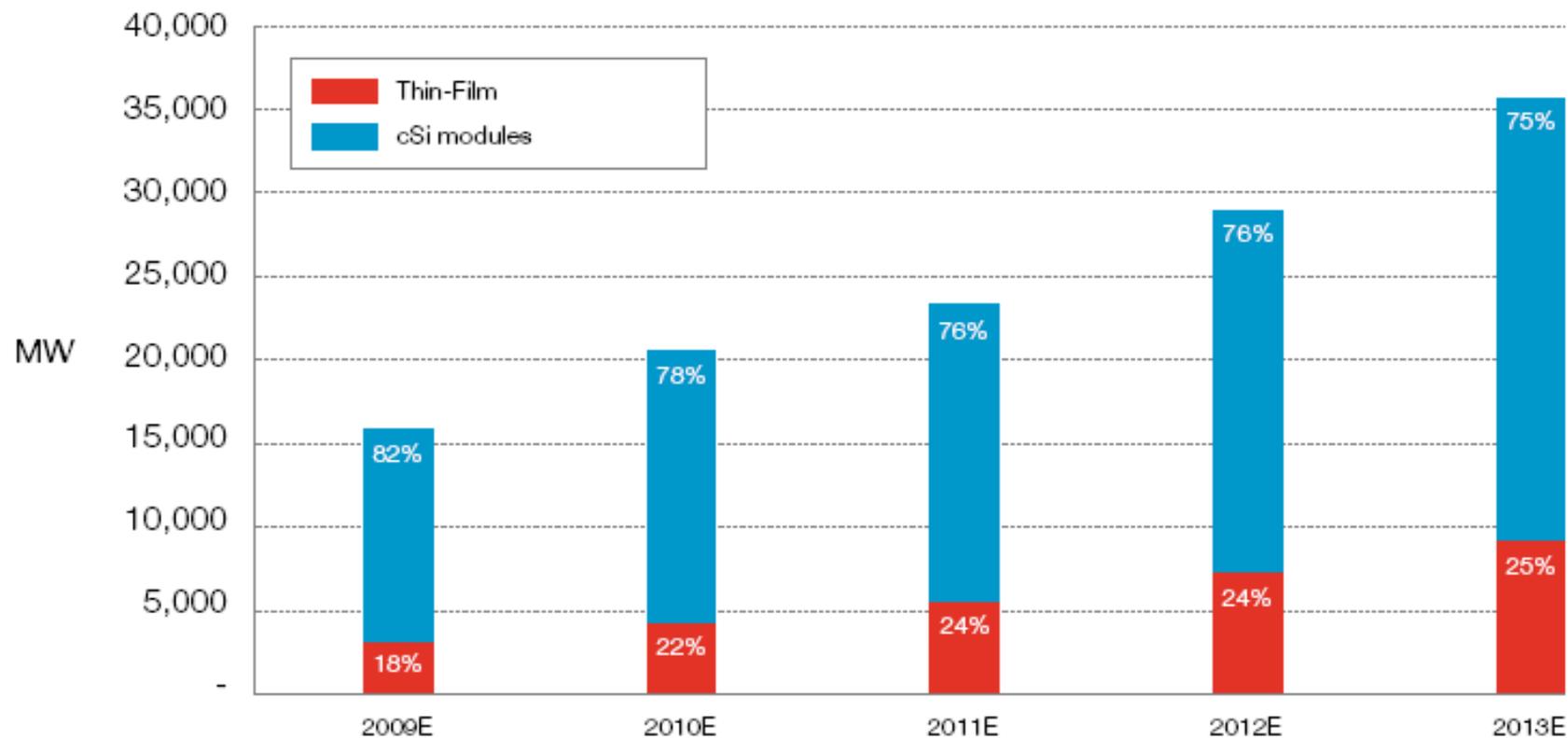
I moduli sono ottenuti depositando uno strato estremamente sottile di materiale fotosensibile su un supporto a basso costo (vetro-acciaio inossidabile o plastica)

Caratterizzati da un minor costo di produzione grazie ad un utilizzo inferiore di materiale è penalizzato dalla limitata efficienza (tra 5° 13% vs 12-17%)

# Tecnologia Fotovoltaica



# Tecnologia Fotovoltaica



# L'industria Fotovoltaica

A partire dagli anni '70, il prezzo dei pannelli fotovoltaici è diminuito di un fattore superiore a 20.

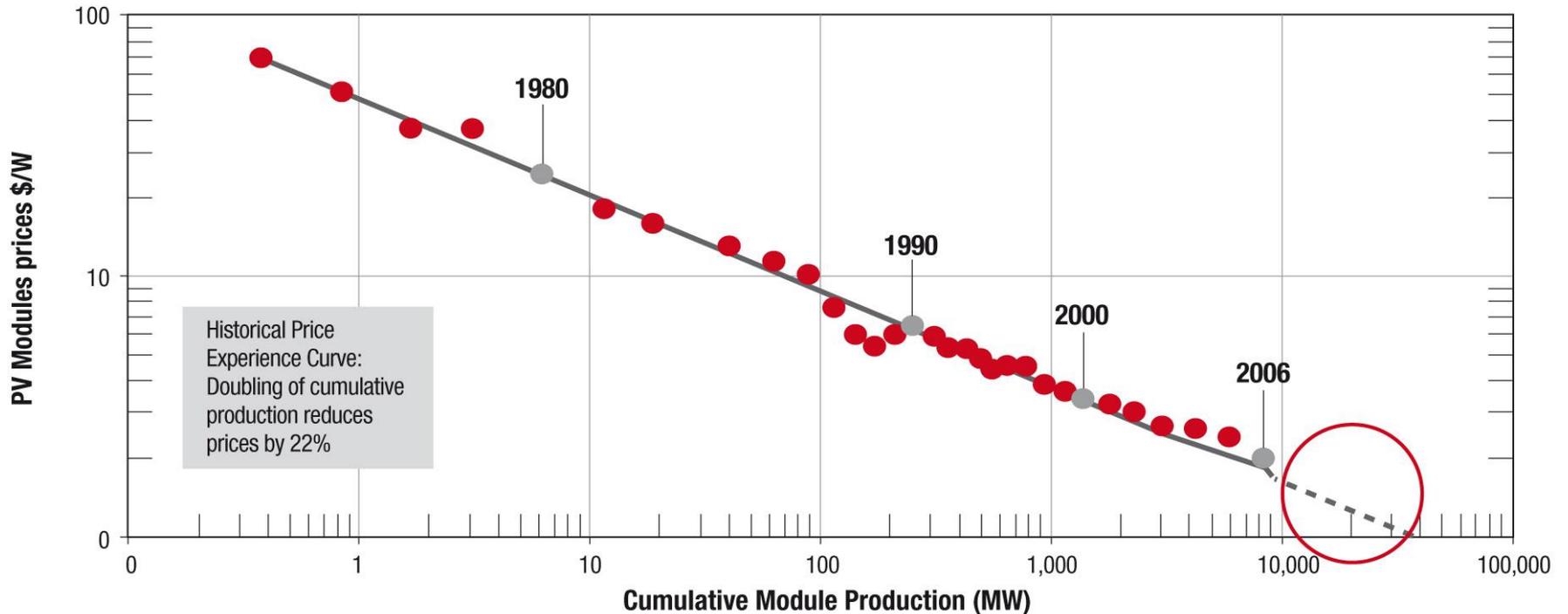
A livello globale si prevede che la crescita del comparto fotovoltaico proseguirà ininterrotta almeno fino al 2020.

Ad ogni raddoppio della capacità fotovoltaica installata è corrisposto una diminuzione dei costi di produzione del settore dell'ordine del 20 %.

A partire dal 2006, il prezzo del silicio è cresciuto da un minimo storico di \$30/kg fino a prezzi compresi fra \$70/kg e \$200/kg. Tale aumento ha rappresentato uno stimolo ad investire in nuove tecnologie basate sull'applicazione delle pellicole sottili (cd thin film). Tali progressi, uniti ad una ripresa nell'offerta di silicio, portano ad una stima di riduzione del costo complessivo di produzione dell'energia con tecnologie fotovoltaiche nell'ordine del 5% l'anno.

# L'industria Fotovoltaica

Photovoltaic module price experience curve since 1976 (\$/W)



Sources: EU Joint Research Centre - EIA - National Renewable Energy Laboratory - A.T. Kearney analysis.

© EPIA 2009 - [www.setfor2020.eu](http://www.setfor2020.eu)

# L'industria Fotovoltaica

La produzione totale di **celle fotovoltaiche** nel 2007, nei paesi partecipanti al programma internazionale dell'Agenzia Internazionale dell'Energia, ha raggiunto i 2.400 MW, un incremento del 26% rispetto ai 1.900 fatti registrare nel 2006.

La stima per i paesi non partecipanti al programma è di ulteriori 1.700 MW.

La crescita più significativa è avvenuta in Germania con 330 MW addizionali (842 MW totali) mentre la produzione giapponese ha conservato gli stessi livelli del 2006 pur mantenendo ancora il primato con 923 MW prodotti.

# L'industria Fotovoltaica

Gli USA hanno tuttavia raddoppiato la produzione di film sottile con 177 MW, quasi metà della produzione mondiale.

Questa tecnologia continua a conquistare quote di mercato a discapito della tecnologia del silicio cristallino che nel 2007 scende a 87% rispetto a 91% dell'anno precedente.

Per la Cina, che non partecipa al programma AIE, le stime parlano di 1.000 MW di produzione di celle e 1.300 MW di moduli, posizione leader confermata dalla presenza di ben tre compagnie cinesi tra i primi dieci produttori mondiali di celle fotovoltaiche.

I dati 2007 indicano tra i maggiori produttori la tedesca Q-Cells con una quota sul mercato mondiale del 9%, la giapponese Sharp al 8% ,stessa quota per la cinese Suntech, seguono Kyocera e Sanyo Electric (5%).

# L'industria Fotovoltaica

In tutto questo l'Italia occupa una posizione decisamente marginale con una produzione di celle che non va oltre i 13 MW e una quota di moduli ferma al 2,6%, quindi poche decine di MW sul totale della produzione dei paesi partecipanti al programma internazionale AIE.

Nel 2008 l'industria italiana non ha avuto la crescita sperata, solo il settore dei moduli ha fatto segnare un passo avanti con una produzione superiore ai 100 MW, ancora risibile rispetto alla Germania con oltre 1.200 MW.

# Solare Termico - Definizione

La tecnologia solare termica permette lo sfruttamento della radiazione solare per produrre (o risparmiare) energia attraverso il riscaldamento di un fluido senza rifiuti inquinanti.

# Solare Termico

Esistono diverse tecnologie per la trasformazione dell'energia solare in energia termica a bassa temperatura.

La suddivisione principale è però fatta fra:

- **Circolazione Naturale**
- **Circolazione Forzata**

La differenza principale fra le due tecniche di conversione sta principalmente nel fatto che nella prima (circolazione naturale) non ci sono elementi impiantistici di tipo elettromeccanico: il **motore** della circolazione naturale è direttamente l'energia solare.

Nella seconda (circolazione forzata) il fluido viene fatto circolare da una pompa di circolazione.

# Solare Termico

Un collettore solare consiste in una **piastra captante** che, grazie alla sua geometria e alle proprietà della sua superficie, assorbe energia solare e la converte in calore (conversione fototermica).

Tale energia viene poi inviata ad un **fluido termovettore** che circola all'interno del collettore stesso o tubo di calore.

La caratteristica principale che identifica la qualità di un collettore solare è l'**efficienza** intesa come capacità di conversione dell'energia solare incidente in energia termica.

Esistono tre principali tipologie di collettori solari:

- **Piani**
  - *Vetrati*
  - *Scoperti*
- **sottovuoto**
- **a concentrazione**

# Solare Termico

I collettori solari piani sono la tipologia attualmente più diffusa.

Quelli **vetrati** sono essenzialmente costituiti da una copertura in vetro, una piastra captante isolata termicamente nella parte inferiore e lateralmente contenuti all'interno di una cassa metallica o plastica.

Quelli **scoperti** sono normalmente in materiale plastico direttamente esposti alla radiazione solare.

# Solare Termico

## Collettori solari sottovuoto

Sono progettati con lo scopo di ridurre le dispersioni di calore verso l'esterno.

Infatti il calore raccolto da ciascun elemento (**tubo sottovuoto**) viene trasferito alla piastra generalmente in rame, presente all'interno del tubo. In tal modo il fluido termovettore si riscalda e, proprio grazie al vuoto, si minimizza la dispersione di calore verso l'esterno.

Al loro interno la pressione dell'aria è ridottissima, così da impedire la cessione del calore per conduzione da parte dell'assorbitore. In fase di assemblaggio l'aria tra l'assorbitore ed il vetro di copertura viene aspirata, e deve essere assicurata una tenuta perfetta e che rimanga tale nel tempo.

# Solare Termico

## Collettori solari a concentrazione

I collettori solari a concentrazione sono collettori concavi progettati per ottimizzare la concentrazione dell'energia solare in un punto ben determinato (**fuoco**).

Sono efficaci solo con luce solare diretta poichè devono seguire il movimento del sole. Questo tipo di collettore, potendo raggiungere alte temperature (400-600 ° C), è una scelta logica per generatori solari o centrali elettro-solari.

# Solare Termico

## Circolazione Naturale

I sistemi a circolazione naturale sono molto semplici, richiedono scarsa manutenzione e possono essere realizzati impiegando dei pannelli solari con basse perdite di carico.

Tutti i sistemi a circolazione naturale si basano sul principio che il fluido del circuito primario, riscaldato dal sole diminuisce la propria densità, diventa più leggero e sale verso l'alto, provocando un movimento naturale del fluido medesimo.

# Solare Termico

## Vantaggi della circolazione naturale

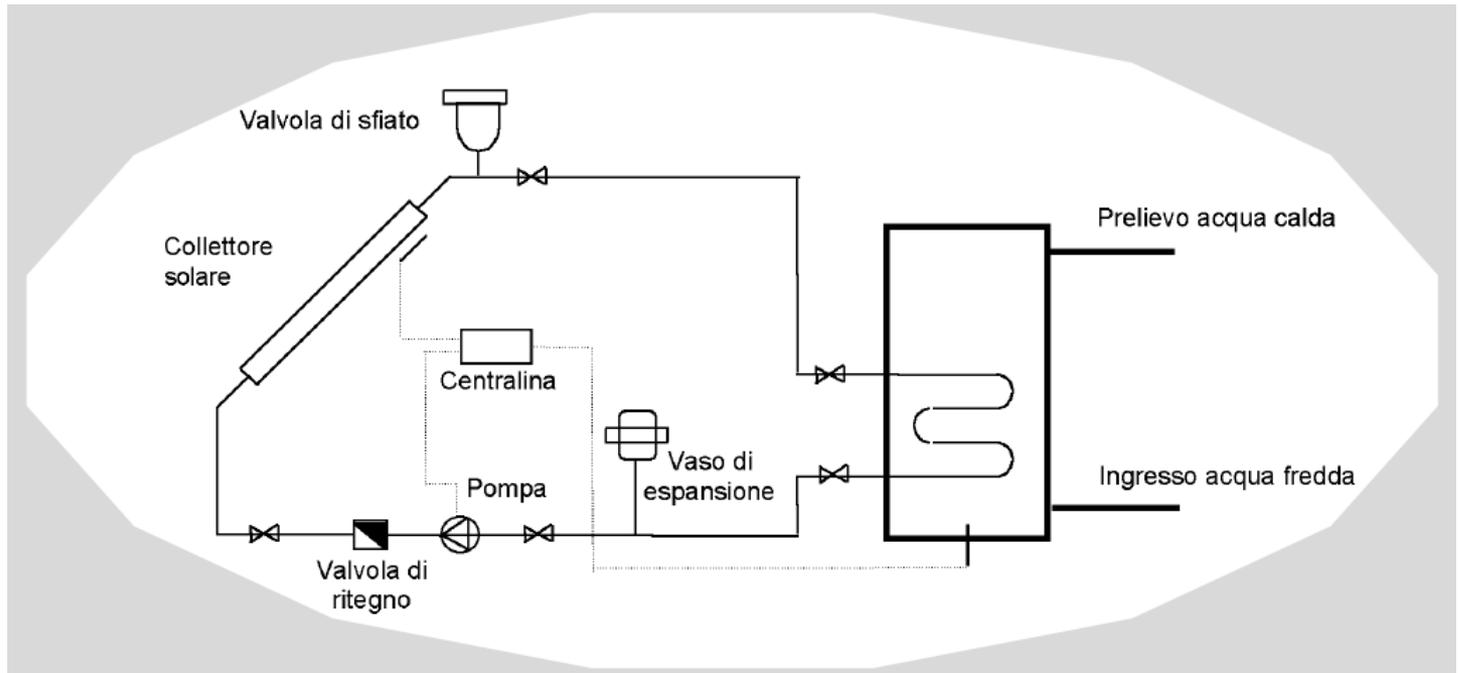
1. Velocità di scambio termico commisurata alla differenza di temperatura fra boiler di accumulo e pannelli.
2. Nessuna circolazione inversa durante la notte.
3. Autoregolazione della circolazione.
4. Assenza di pompe di circolazione, centraline e sonde.
5. Installazione rapida ed economica.
6. Manutenzione ridotta al minimo.

# Solare Termico

## Circolazione Forzata

Il principio di funzionamento di un impianto a circolazione forzata differisce da quello a circolazione naturale per il fatto che il fluido, contenuto nel collettore solare, scorre nel circuito chiuso per effetto della spinta fornita da una pompa comandata da una centralina o termostato attivata, a sua volta, da sonde poste sul collettore e nel serbatoio

# Solare Termico



# Solare Termico

L'applicazione tipica della circolazione forzata è, oltre alla produzione di acqua calda per uso sanitario nei casi in cui la circolazione naturale non sia applicabile, il riscaldamento ambiente, i condomini e il settore industriale.

# Solare Termico

Il riscaldamento solare degli ambienti rappresenta una grande potenzialità di sviluppo del solare termico, anche se le possibilità pratiche di utilizzo della tecnologia solare sono limitate all'integrazione al riscaldamento con sistemi **a bassa temperatura (impianti a pavimento, a parete, etc)**.

Infatti, nel caso di riscaldamento con sistemi che utilizzano i radiatori in ghisa o alluminio, la percentuale di integrazione del solare è molto bassa e tale da avere tempi di ammortamento dell'impianto piuttosto lunghi (intorno ai 12- 15 anni generalmente), utilizzando comunque collettori solari ad elevate prestazioni.

# Solare Termico

Generalmente gli impianti di riscaldamento a pavimento utilizzano temperature **non superiori ai 40° C**. Queste temperature coincidono con quelle raggiungibili con i sistemi termici solari nei periodi invernali.

I sistemi solari per l'integrazione del riscaldamento vengono generalmente progettati per coprire fino al 40% dei bisogni di riscaldamento ambiente annuali.

Sistemi che producano energie superiori non risultano essere convenienti, in quanto una parte della potenza extra verrebbe utilizzata solo nei giorni più freddi, mentre resterebbe inattiva negli altri giorni.

Il calore che non viene fornito dal sistema solare può essere prodotto da un sistema ausiliario tradizionale, per esempio una caldaia convenzionale

# Solare Termico

Il mercato italiano, che ha raggiunto nel 2007 quota 172 MWth, pari a 250.000 mq di collettori installati, resta comunque significativamente al di sotto del proprio potenziale, con appena 2,9 kWth ogni 1.000 abitanti (GSE Gestore dei Servizi Elettrici, 2007).

Questi indicatori rendono il mercato italiano particolarmente promettente, con ottime chance di crescita nei prossimi anni.

E' buona la presenza di imprese di produzione e commercializzazione sul territorio nazionale, anche se il mercato italiano dipende ancora pesantemente dall'estero; infatti il 77% del venduto in Italia viene importato da altri Paesi europei ed extraeuropei a fronte di un 16% di esportazioni.

# Solare Termodinamico - cenni

Gli impianti solari termodinamici **convertono indirettamente l'energia solare in energia elettrica** attraverso due distinte fasi di trasformazione energetica.

La prima fase consiste nella trasformazione dell'energia solare in energia termica di un **fluido termovettore**; la seconda fase nella trasformazione dell'energia termica in elettricità per mezzo di un convenzionale ciclo termodinamico.

Gli impianti solari termodinamici si suddividono in ibridi e non ibridi. Negli impianti **ibridi** l'energia solare viene integrata in un gruppo termoelettrico di produzione convenzionale.

Negli impianti **non ibridi** l'intera energia solare viene destinata al ciclo termodinamico finale di produzione energia.

# Solare Termodinamico - cenni

Le tecnologie, attualmente sviluppate per raccogliere e concentrare la radiazione solare sul fluido termovettore, sono classificate in base al sistema di captazione dell'energia solare diretta:

- impianti con campo specchi e torre centrale (Solar Tower);
- impianti con collettori parabolici lineari (Parabolic Trough);
- impianti con collettori parabolici circolari (Dish Stirling);
- impianti con collettori lineari di Fresnel (Linear Fresnel Reflector).

# Solare Termodinamico - cenni

## Impianti a torre centrale

Negli impianti a torre centrale la radiazione solare viene riflessa e concentrata da specchi lievemente concavi, detti eliostati, su un ricevitore posto alla sommità di una torre. Gli eliostati si muovono in modo coordinato in modo che la radiazione riflessa e concentrata incida costantemente sul ricevitore. Nel ricevitore circola un fluido che si riscalda a diverse centinaia di gradi e fornisce poi l'energia termica ad un ciclo termodinamico per la produzione di energia elettrica. Le torri di questi impianti raggiungono un'altezza di circa 100 m con possibili problemi di impatto visivo.



# Solare Termodinamico - cenni

## Impianti a collettori parabolici lineari

In questi impianti la radiazione viene concentrata mediante specchi di forma parabolico-lineare su un tubo ricevitore posto sulla linea focale del collettore e in cui scorre un fluido che riscaldandosi permette di generare vapore ad alta pressione per alimentare il ciclo Rankine (ciclo termodinamico diretto a vapore).

Questa soluzione rappresenta la tecnologia più matura dal punto di vista commerciale.



# Solare Termodinamico - cenni

## **Sistemi a disco parabolico (“dish”)**

In questi sistemi un paraboloide circolare di alcuni metri di diametro concentra la radiazione su un ricevitore posto nel punto focale. Il paraboloide insegue, attraverso un sistema automatico, la traiettoria solare durante le ore di irraggiamento.

All'interno del ricevitore fluisce un gas che si riscalda ed evolve in un motore Stirling (motore a combustione esterna) che aziona l'alternatore.

I sistemi dish-Stirling possono funzionare in modo automatico in singole unità oppure in cluster o solar farm costituite da centinaia di esemplari.

Il problema di questa tipologia di ricevitori resta la difficoltà nell'accumulare l'energia termica captata e quindi l'aleatorietà dell'energia prodotta.



# Solare Termodinamico - cenni

## Collettori lineari di Fresnel

Il collettore lineare di Fresnel è costituito da una serie di eliostati lineari posti orizzontalmente in prossimità del suolo che riflettono e concentrano la radiazione solare diretta su un tubo ricevitore posto ad una decina di metri circa da terra. Gli eliostati ruotano sull'asse longitudinale per inseguire il moto del sole e riflettere costantemente la radiazione solare sul tubo ricevitore.

I riflettori Fresnel rappresentano un'alternativa a basso costo rispetto agli specchi parabolici.



# AGENDA

1. Introduzione alle fonti di energia rinnovabili – FER
2. Bilancio energetico nazionale e contributo FER
3. Solare
  - Fotovoltaico
  - Solare Termico
  - Solare termodinamico
4. Eolico
5. Idroelettrico
6. Valutazioni e conclusioni

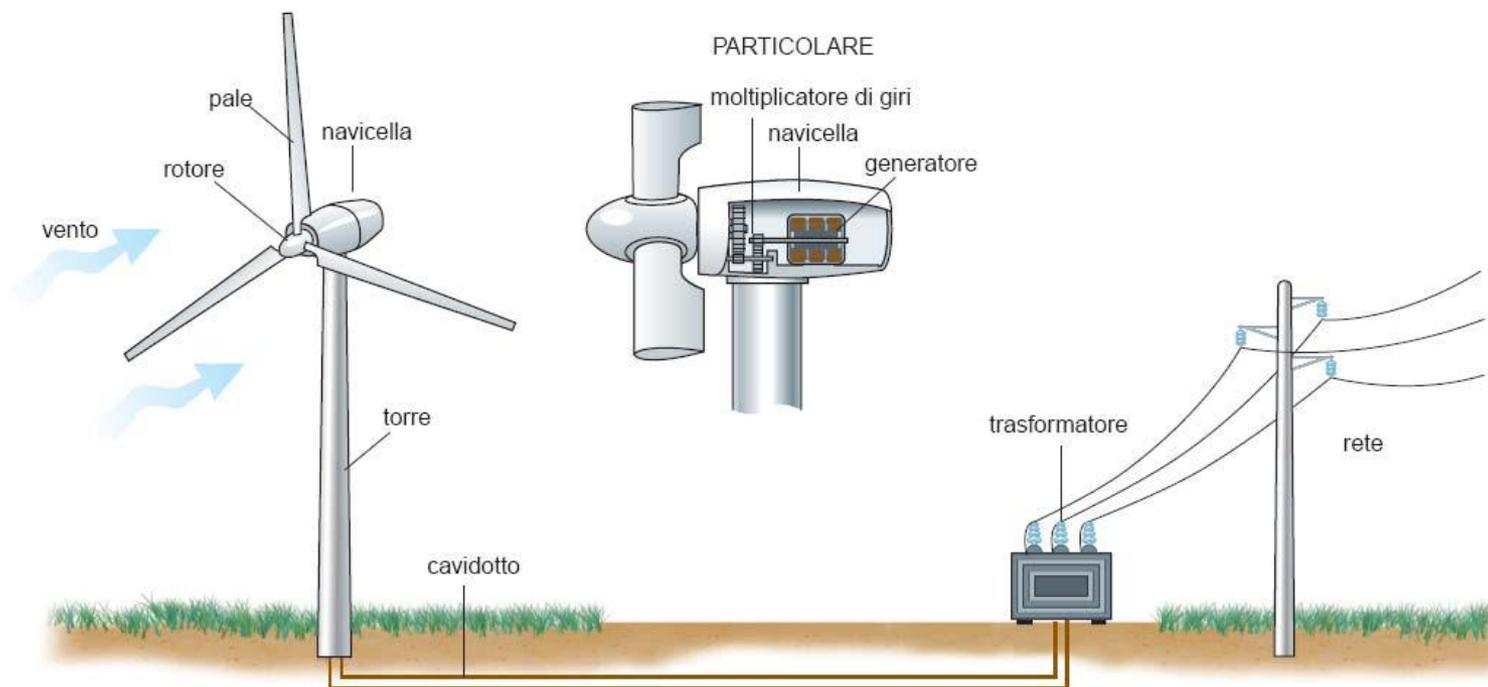
# Eolico

Un impianto eolico è costituito da una o più turbine (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 ed evitare la turbolenza creata dal terreno o da eventuali ostacoli.

# Eolico



# Eolico

Le turbine eoliche 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

# Eolico

Le macchine eoliche di piccola taglia possono essere utilizzate per produrre elettricità per singole utenze o gruppi di utenze, collegati alla rete elettrica in bassa tensione o anche isolati dalla rete elettrica.

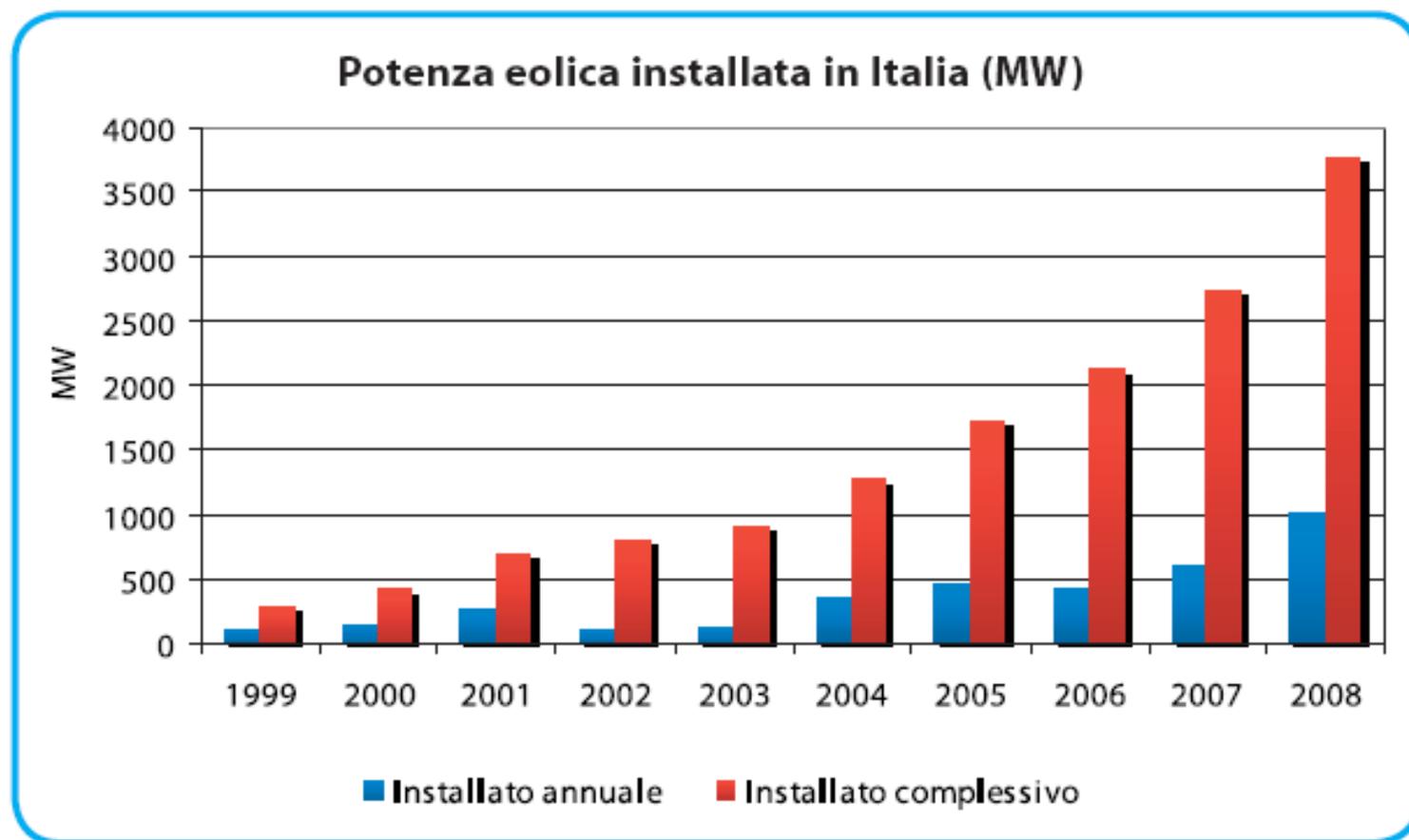
Le macchine di media e grande taglia sono utilizzate prevalentemente per realizzare centrali eoliche o “wind farm” collegate alla rete di media oppure di alta tensione.

# Eolico

Nell'ambito generale dell'industria delle energie rinnovabili, le tecnologie applicate all'eolico sono certamente fra le più mature ed affidabili (tasso di operatività del 96% in presenza di condizioni atmosferiche adeguate) anche grazie ad una serie di notevoli progressi tecnologici nell'ambito della costruzione di turbine.

Ciò contribuisce a spiegare il fatto che proprio la produzione di energia attraverso l'impiego del vento costituisca una delle tecnologie che registrano i tassi di crescita più elevati.

# Eolico



Al 31.12.08, risultavano installati 3.537,58 MW potenza cui corrisponde una produzione elettrica di 6 TWh, all'incirca il 2% del Consumo Interno Lordo

# Eolico

Nel quinquennio 2004-2008 la produzione di impianti eolici in Italia è cresciuta ad un tasso medio annuo pari al 27%.

La numerosità degli impianti è più che raddoppiata passando dai 120 impianti presenti in Italia nel 2004 ai 242 attuali. Il tasso di crescita medio annuo è stato pari al 19% con 39 impianti installati solo nell'ultimo anno

La Puglia mantiene il primato in termini di produzione regionale sul totale nazionale pari al 27% nel 2008, malgrado la sua quota fosse pari al 30% nel 2004.

Segue la Sicilia col 21%, che dal 2007 ha sopravanzato la Campania (20%). Insieme alla Sardegna (13%), queste quattro regioni rappresentano l'82% della produzione totale. Nel quinquennio 2004-2008,.

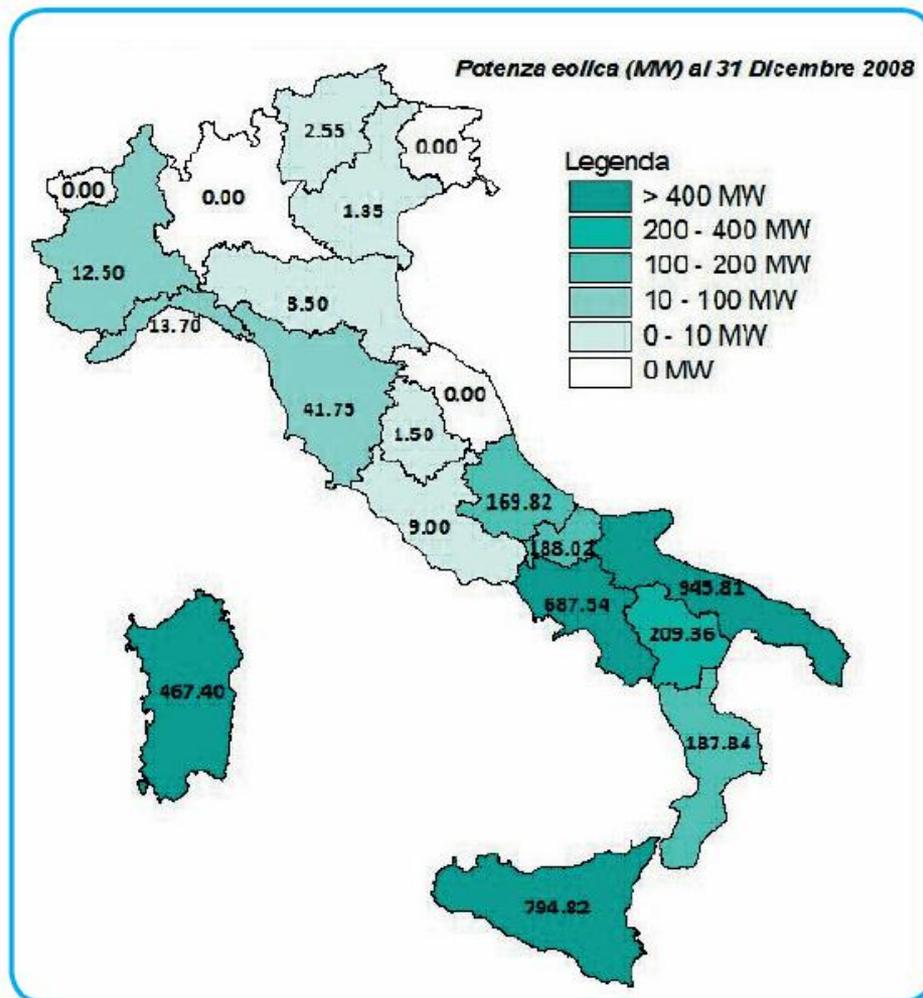
# Eolico

Potenza lorda e numerosità degli impianti eolici in Italia nel 2007 e 2008

	2007		2008		Var (%) Potenza 2008/2007
	MW	Impianti	MW	Impianti	
Abruzzo	154,79	16	154,79	16	0,0
Basilicata	155,50	10	209,53	12	34,7
Calabria	130,60	5	191,29	7	38,0
Campania	450,50	39	652,52	47	42,3
Emilia Romagna	3,50	2	3,52	2	0,4
Friuli-Venezia Giulia	-	0	-	0	-
Lazio	9,00	4	9,00	4	-
Liguria	8,90	6	11,30	7	27,0
Lombardia	-	0	-	0	-
Marche	-	0	-	0	-
Molise	90,60	12	163,45	16	65,8
Piemonte	-	0	-	0	-
Puglia	639,90	47	861,66	58	34,7
Sardegna	303,30	22	453,28	25	18,3
Sicilia	630,90	31	794,62	39	26,0
Toscana	20,06	3	20,06	3	0,0
Trentino-Alto Adige	3,00	2	3,00	2	-
Umbria	1,50	1	1,50	1	-
Valle d'Aosta	-	0	-	0	-
Veneto	0,06	3	0,06	3	0,0
<b>Totale</b>	<b>2.714,11</b>	<b>203</b>	<b>3.537,58</b>	<b>242</b>	<b>30,3</b>

Fonte: GSE

# Eolico

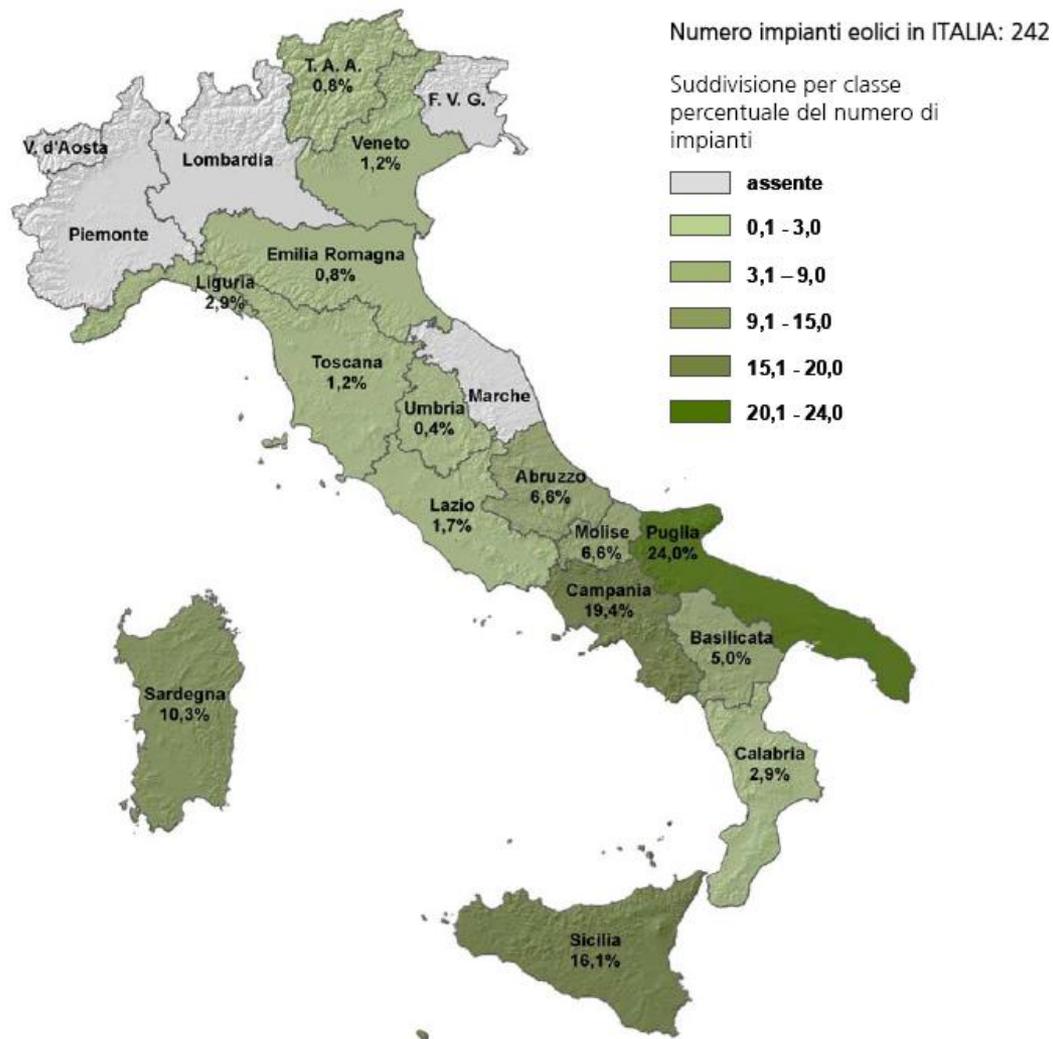


L'incremento della potenza installata 2008 è dovuto alle 39 nuove installazioni di cui il 69% situate in Puglia, Campania e Sicilia.

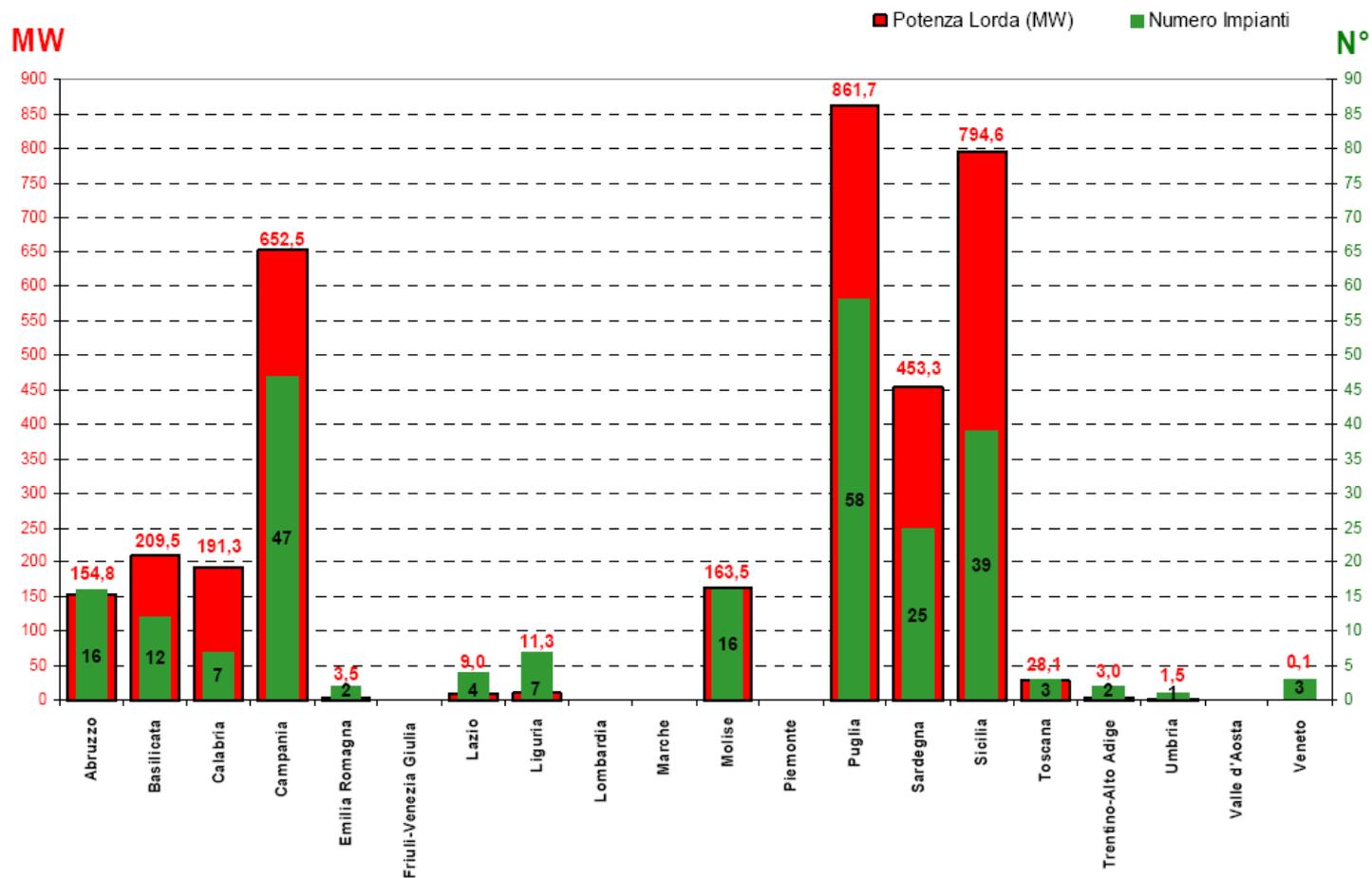
La ripartizione per classe di potenza è la seguente:

- 11 impianti tra 0 e 12 MW
- 14 impianti tra 12 e 24 MW
- 14 impianti maggiore di 24 MW.

# Eolico



# Eolico



Distribuzione di potenza e numerosità degli impianti eolici al 2008

# Eolico

E' necessario che regioni come Marche, Toscana, Lazio, Liguria riescano a sfruttare il potenziale di energia dal vento finora espresso solo parzialmente.

In questa direzione risulta necessaria una ripartizione regionale dell'obiettivo nazionale (nota anche come *burden sharing*) che ancora manca, nell'ottica del raggiungimento del potenziale nazionale ragionevolmente stimabile per l'eolico in più di 14.000 MW, contribuendo notevolmente al conseguimento dei nuovi obiettivi comunitari al 2020 per tutte le rinnovabili.

# Eolico

La suddivisione degli impianti per classe di potenza evidenzia che in Italia l'intervallo di potenza tra 1 e 5 MW è quello che contiene il maggior numero di impianti(61).

In Puglia l'83% degli impianti ha potenza minore di 25 MW

In Sicilia la classe più numerosa è quella compresa nell'intervallo 5-10 MW e vi sono installati 2, dei 4 impianti esistenti in Italia, con potenza più elevata (ossia compresa tra 70-75MW).

La Campania ha il 62% degli impianti compresi nell'intervallo tra 1 e 15 MW.

Singolare il caso della Sardegna nella quale il maggior numero di impianti ha potenza compresa nell'intervallo 20-25 MW.

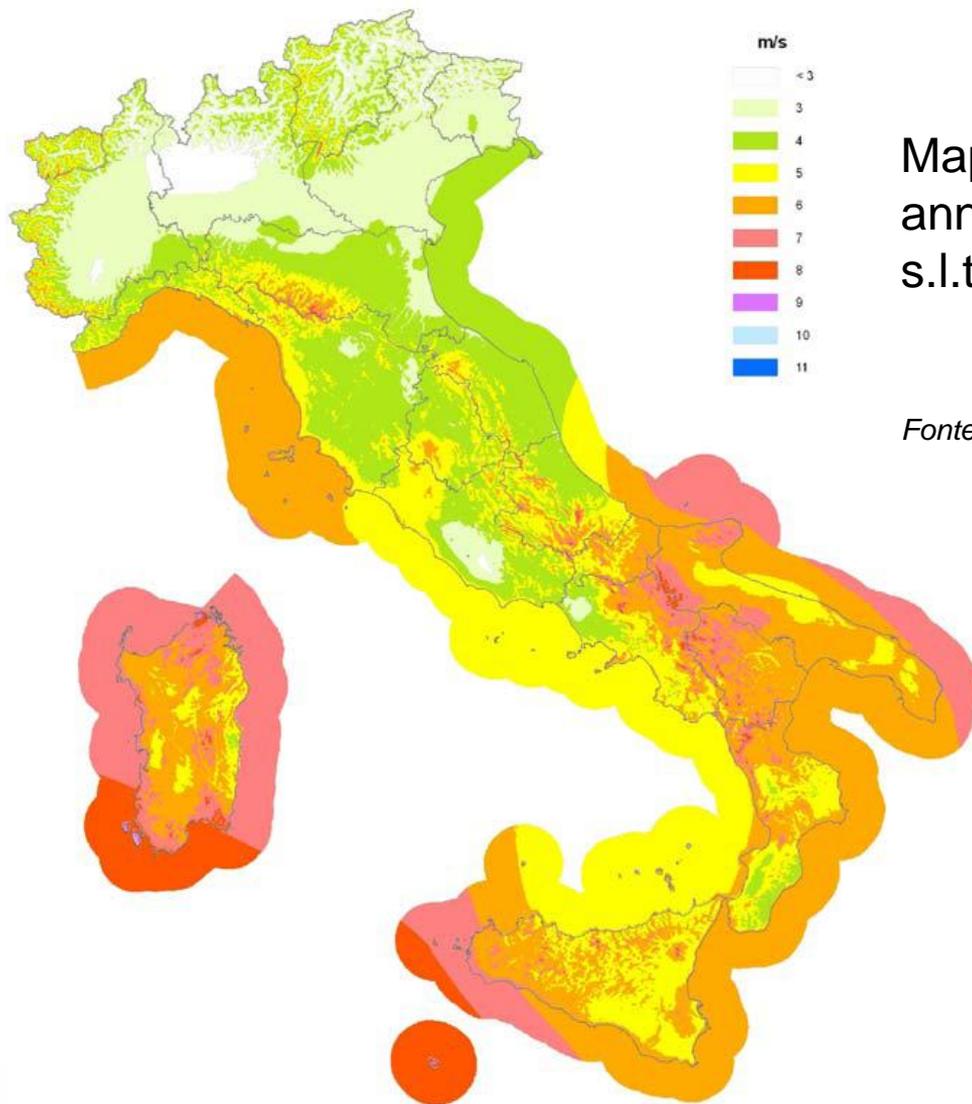
# Eolico

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.

Nel 2008 si contano 91 impianti con oltre 1.800 ore di utilizzazione, con una crescita media annua del 10%. Questa percentuale è influenzata dalla performance dimostrata tra il 2006 e il 2007, quando gli impianti caratterizzati da ore di utilizzazione maggiori di 1.800 sono aumentati del 53% (81 nel 2007 a fronte dei 53 del 2006). Il numero di impianti con ore di utilizzazione pari a 0 (ossia con produzione nulla) è in ogni anno intorno al 10% del totale.

# Eolico



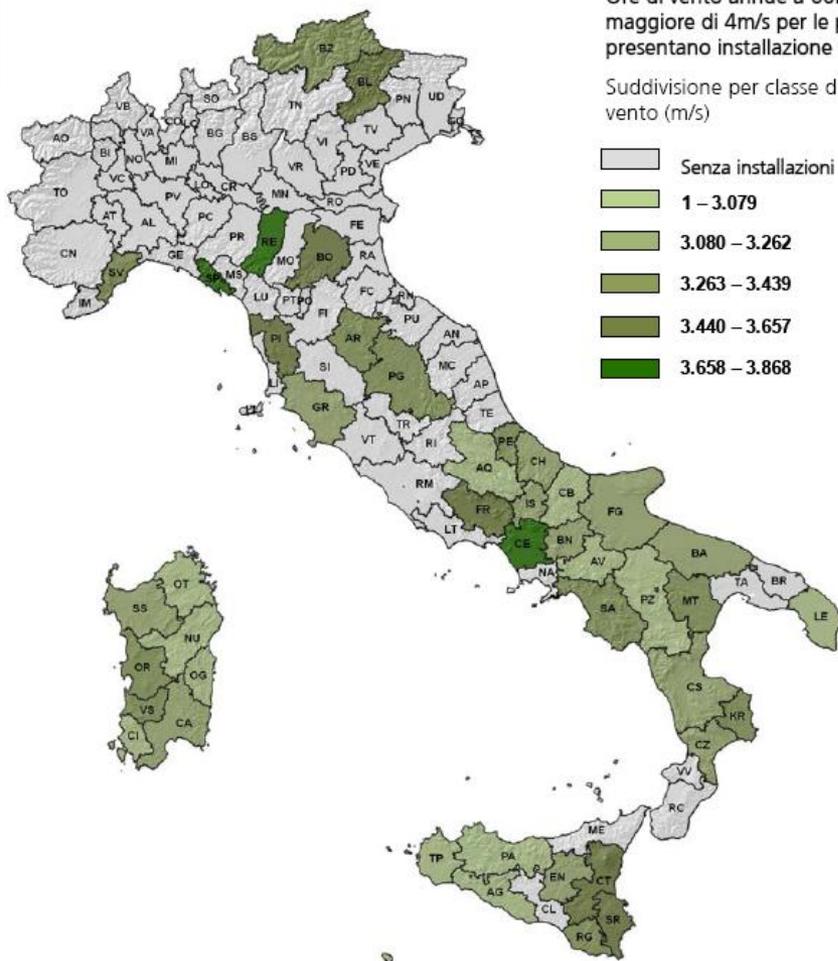
Mappa della ventosità  
annua a 75 metri  
s.l.t./s.l.m.

Fonte: ERSE S.p.A.

# Eolico

Ore di vento annue a 60m con velocità maggiore di 4m/s per le provincie che presentano installazione di impianti eolici

Suddivisione per classe di ore annue di vento (m/s)



Valori mensili rilevati da oltre 3.300 punti

Parco impianti in Italia è caratterizzato da rotori eolici con altezza media pari a 55 m.

La velocità maggiore di 4 m/s garantisce l'utilizzo dei rotori

Fonte: GSE S.p.A.

# Eolico

	<i>2008</i>	<i>2007</i>
Caserta	3.865	3.634
La Spezia	3.740	3.607
Frosinone	3.657	3.349
Belluno	3.636	3.465
Pisa	3.571	3.454
Bologna	3.546	3.412
Catania	3.539	3.364
Siracusa	3.517	3.249
Bolzano	3.439	3.348
Salerno	3.399	3.311
Ragusa	3.396	3.070
Matera	3.362	3.327
Crotone	3.325	3.180
Arezzo	3.316	3.152
Pescara	3.315	3.351
Oristano	3.304	3.136
Medio Campidano	3.298	3.090
Perugia	3.280	3.181
Savona	3.272	3.159
Cosenza	3.261	3.104
Catanzaro	3.251	3.064

	<i>2008</i>	<i>2007</i>
Chieti	3.238	3.205
Foggia	3.219	3.137
Isernia	3.213	2.999
Benevento	3.211	3.060
Grosseto	3.187	3.187
Enna	3.185	3.100
Sassari	3.184	3.213
Cagliari	3.124	2.893
Bari	3.124	3.183
L'Aquila	3.079	3.034
Lecce	3.076	3.113
Avellino	3.074	3.056
Agrigento	3.055	2.968
Ogliastra	3.051	2.917
Carbonia Iglesias	3.049	2.825
Nuoro	3.034	2.934
Campobasso	3.011	2.888
Potenza	2.964	2.946
Trapani	2.915	2.982
Palermo	2.906	2.945
Olbia-Tempio	2.822	2.843

# Eolico

Gli impianti in esercizio nel 2008 hanno dimostrato una performance, in termini di ore di utilizzazione, in linea con quella degli altri anni.

Nonostante i progressi della tecnologia, le ore di utilizzazione non sono aumentate, molto probabilmente a causa delle caratteristiche dei siti disponibili per i nuovi impianti.

La Direttiva Europea n°28 del 23 aprile 2009 prevede che nel computo del target al 2020 il contributo dell'eolico debba essere pari alla produzione di energia elettrica opportunamente normalizzata. Il valore normalizzato è pari alla produzione degli ultimi otto anni pesata per il rapporto tra il valor medio della potenza installata nell'anno corrente e la somma della capacità media calcolata su tutto il periodo considerato.

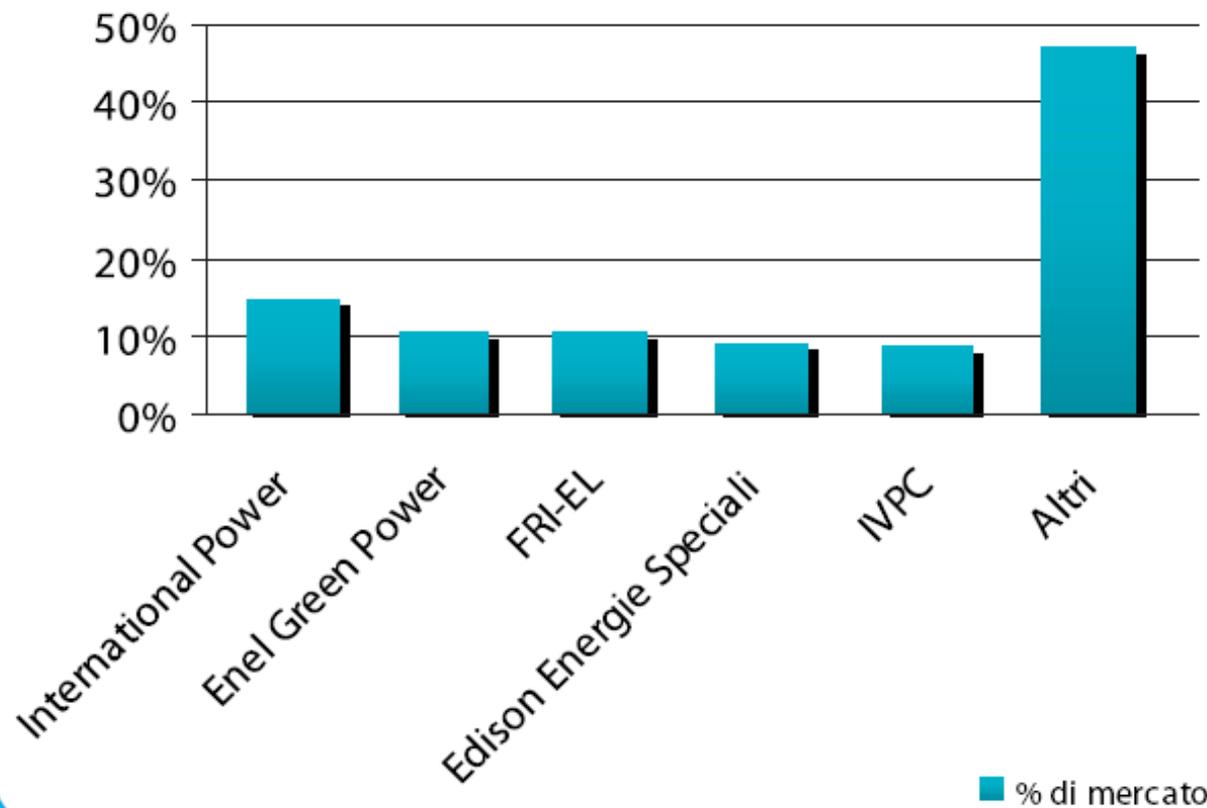
# Eolico

La produzione italiana - con riferimento alla potenza installata - vede cinque operatori (guidati da International Power) che controllano più della metà del mercato. E' tuttavia in atto lo sviluppo di tanti altri medi e piccoli produttori *che rendono* il mercato sempre più concorrenziale.

Per quanto riguarda la fornitura di aerogeneratori, si conferma anche nel 2008 il primato di Vestas, con quasi il 50% del mercato

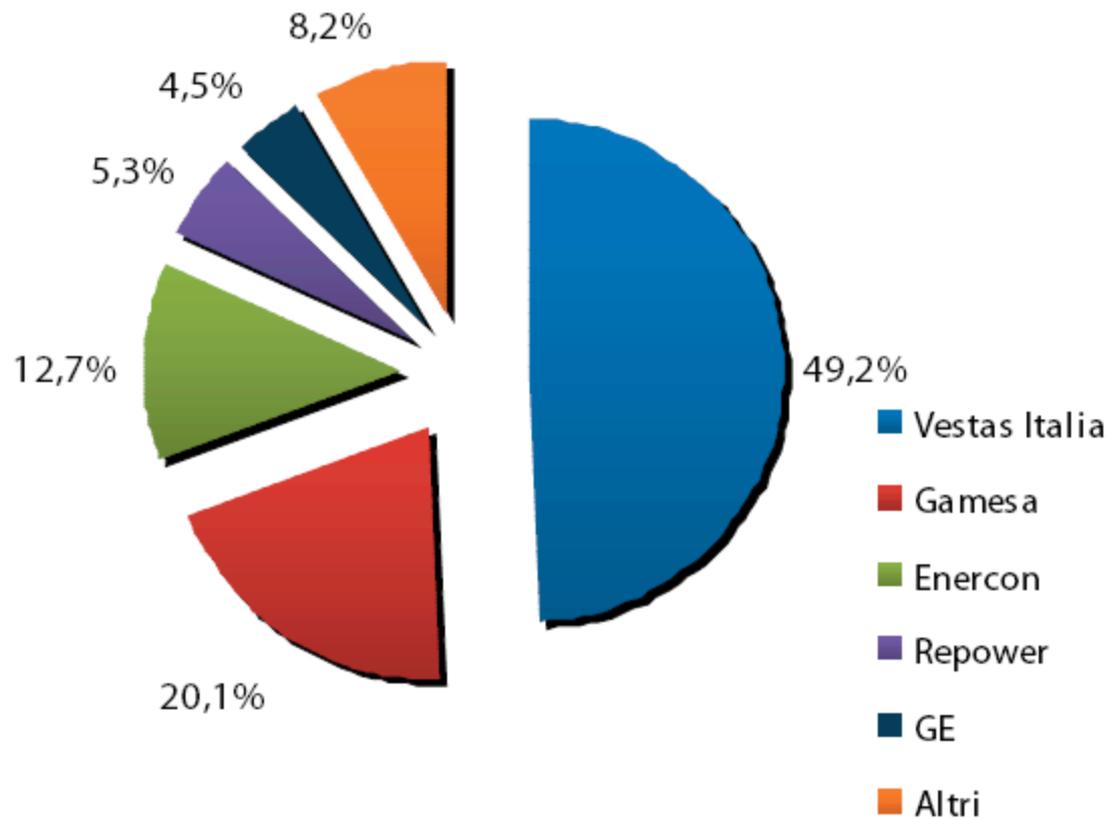
# Eolico

Market share dei produttori di energia elettrica da fonte eolica (Italia, anno 2007)

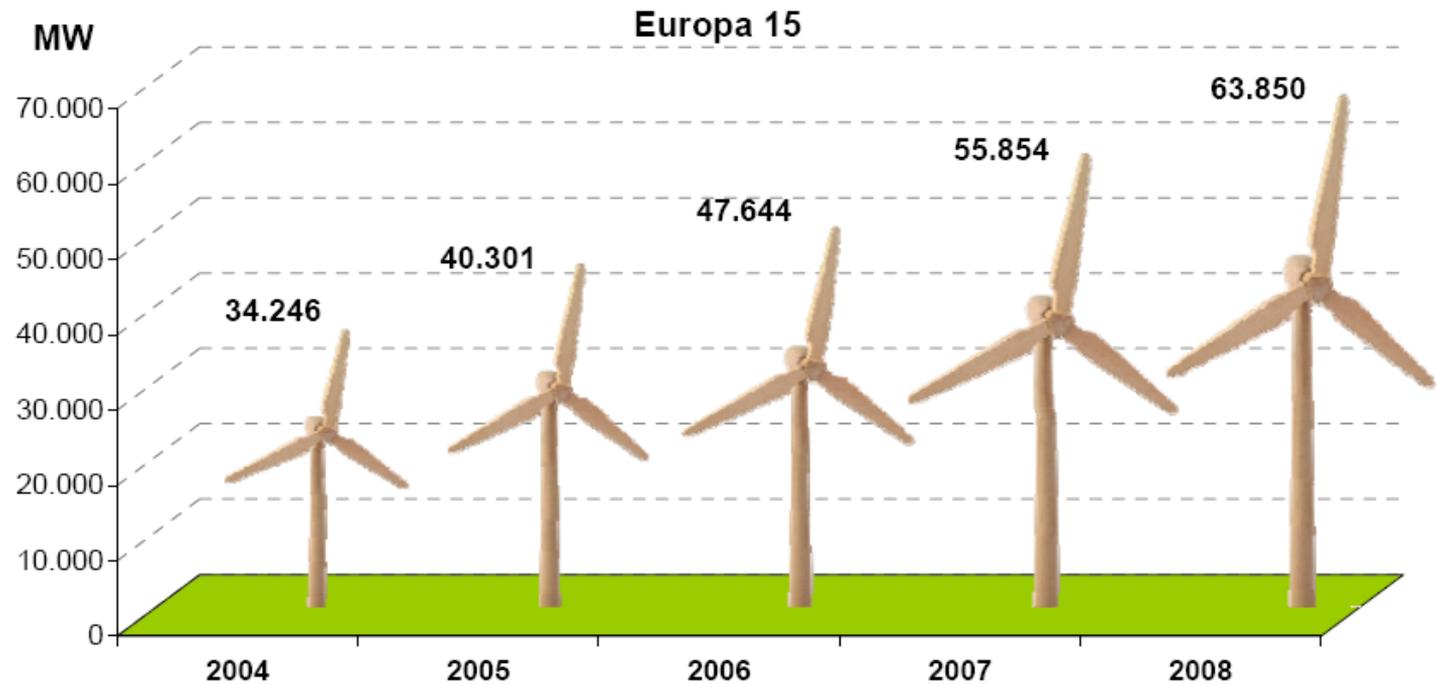


# Eolico

Market share delle aziende costruttrici di aerogeneratori (Italia, anno 2007)



# Eolico



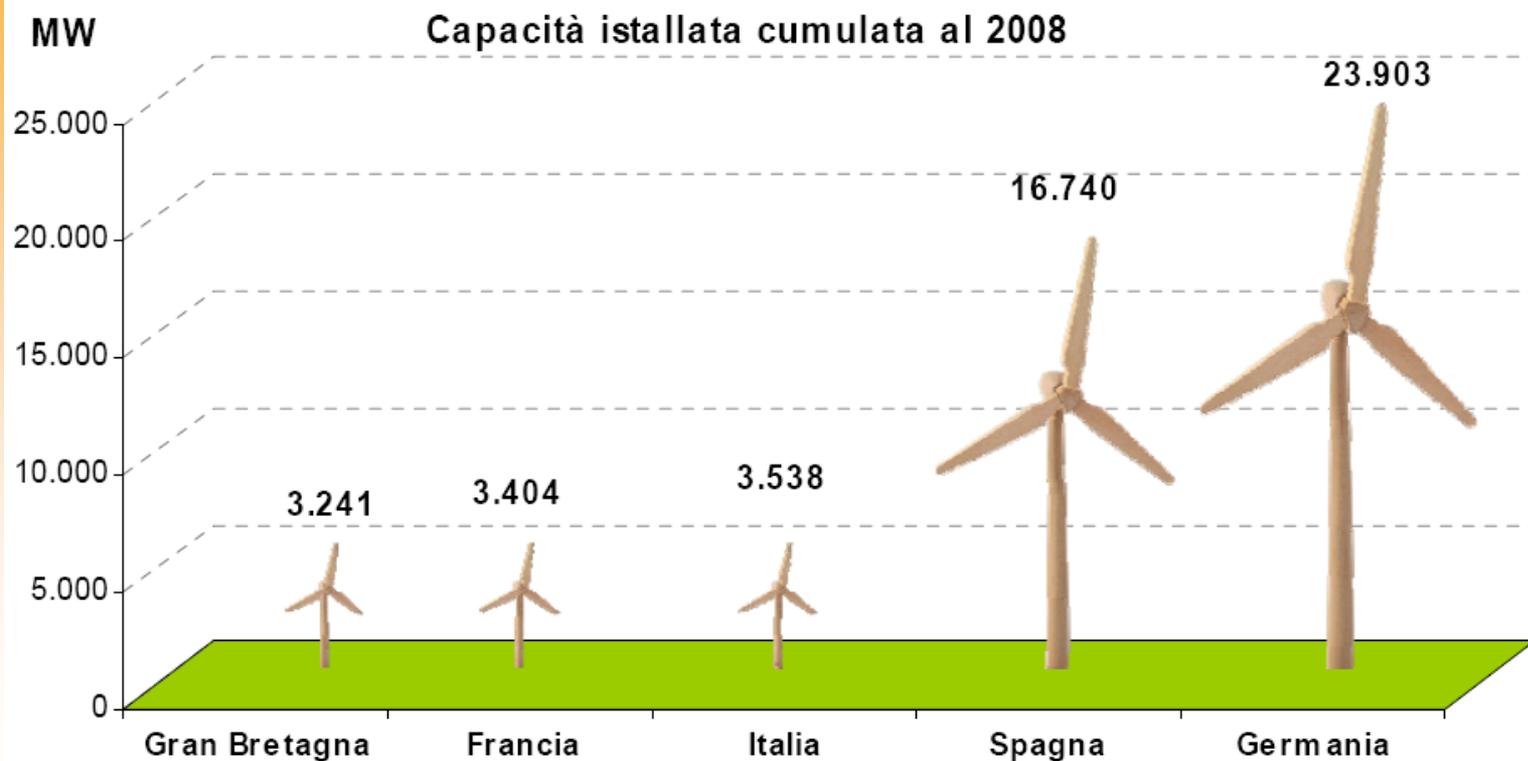
# Eolico

Nell'arco del 2008, per la prima volta la fonte eolica è stata in Europa la tecnologia maggiormente installata (davanti a gas, carbone e nucleare) con un incremento pari a 8.484 MW, raggiungendo così un totale di 63.850 MW installati.

L'Italia si colloca al terzo posto per potenza installata dietro Germania e Spagna.

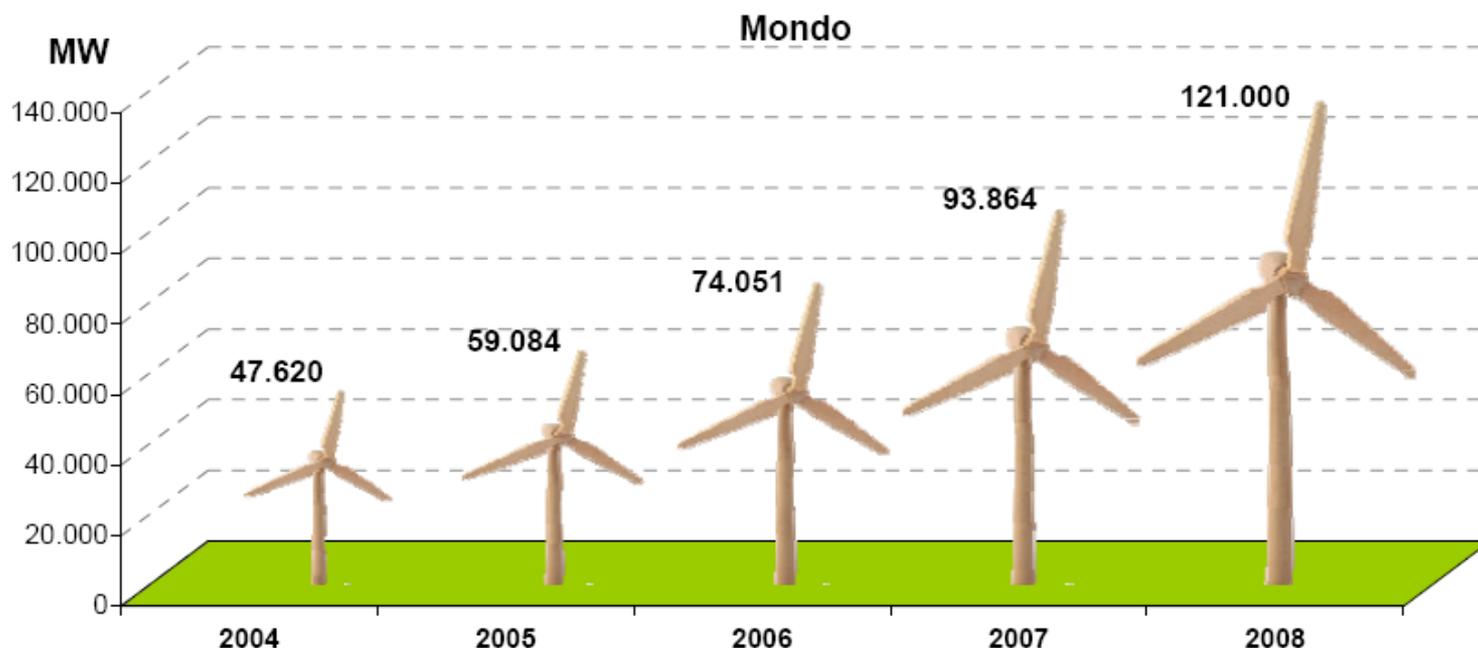
Per il prossimo futuro, molto influirà il recente accordo sulla “Direttiva 20-20-20” che, tra gli altri obiettivi, ha imposto agli Stati membri il 20% (che per l'Italia si declina al 17%) del Consumo Interno Lordo di energia primaria da fonti rinnovabili al 2020.

# Eolico



Nell'Europa dei 15, i Paesi che hanno maggiore potenza eolica installata sono Spagna e Germania che rappresentano il 64% del totale. I Paesi che hanno maggiormente investito nell'eolico nel 2008 continuano ad essere Spagna e Germania.

# Eolico



Nel 2008 la potenza eolica Italiana rappresenta il 5,5% della potenza installata in UE15 ed il 3% di quella mondiale. La crescita complessiva 2004-2008 è stata del 314% in Italia, del 186% in UE e del 254% nel Mondo.

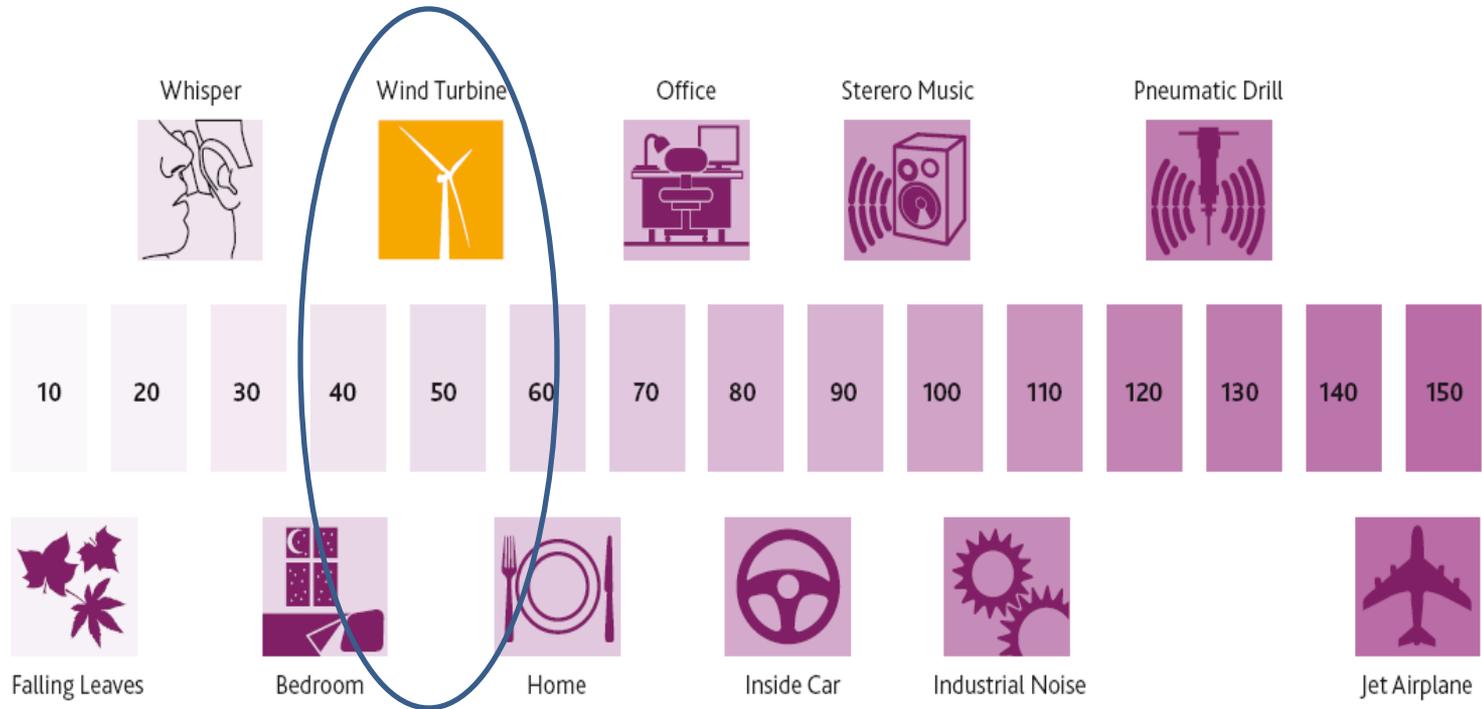
# Eolico - Critiche



IMPATTO VISIVO

...

# Eolico - Critiche



## RUMORE

Con una misurazione effettuata a 350 mt il rumore prodotto è compreso tra 35 e 45 dB

# Eolico - Critiche

Number per 10,000 fatalities



## COLLISIONI CON VOLATILI

Dati raccolti su oltre 1000 installazioni nella regione di Navarra in Spagna mostrano un tasso di collisioni mortali tra lo 0,1 e lo 0,6 per turbina per anno

# Eolico Criticità Italia

Grave ritardo per l'adozione delle Linee guida nazionali recanti i principi dello svolgimento del procedimento unico per l'autorizzazione di impianti a fonte rinnovabile e l'inserimento degli impianti eolici nel territorio, previste dal d.lgs 387/2003

Imposizione di misure compensative patrimoniali da parte delle amministrazioni comunali - sotto forma di *una tantum e/o royalty* - agli operatori dell'eolico

La sospensione dei procedimenti autorizzativi attraverso dei provvedimenti di moratoria (così come avvenuto in Sicilia, Sardegna e per un breve periodo anche in Puglia).

# Eolico Criticità Italia

- Il contingentamento della potenza massima installabile, del numero di impianti o della taglia degli stessi.
- L'introduzione di prescrizioni localizzative che vietano aprioristicamente la realizzazione degli impianti eolici in determinate tipologie di aree se non addirittura attraverso l'introduzione di aree buffer nell'intorno delle suddette aree.
- La definizione di prescrizioni totalmente arbitrarie sulle distanze minime dai centri abitati, dalle vie di comunicazione, dalle ferrovie, dalla costa (on shore e off shore), dalle case sparse, dai comuni confinanti, dalle aree archeologiche, dalle aree fluviali, dalle zone umide e lacuali, dalle aree interessate da zone boschive o da alberi ad alto fusto, dai luoghi di pellegrinaggio, dalle aree soggette a vincolo paesaggistico, solo per citare le più diffuse.

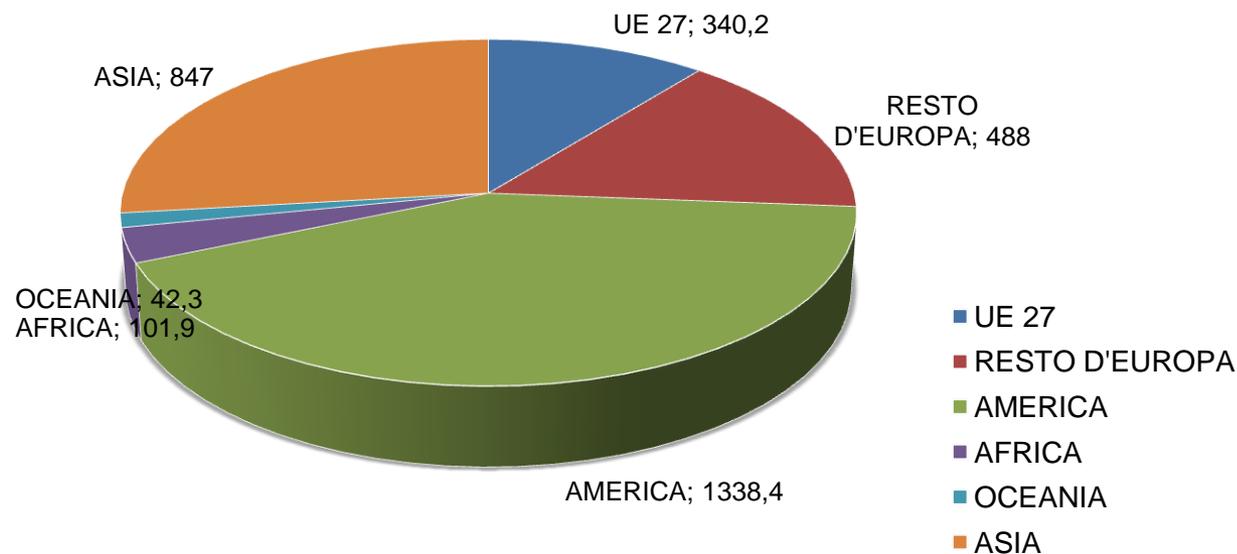
# AGENDA

1. Introduzione alle fonti di energia rinnovabili – FER
2. Bilancio energetico nazionale e contributo FER
3. Solare
  - Fotovoltaico
  - Solare Termico
  - Solare termodinamico
4. Eolico
5. Idroelettrico
6. Valutazioni e conclusioni

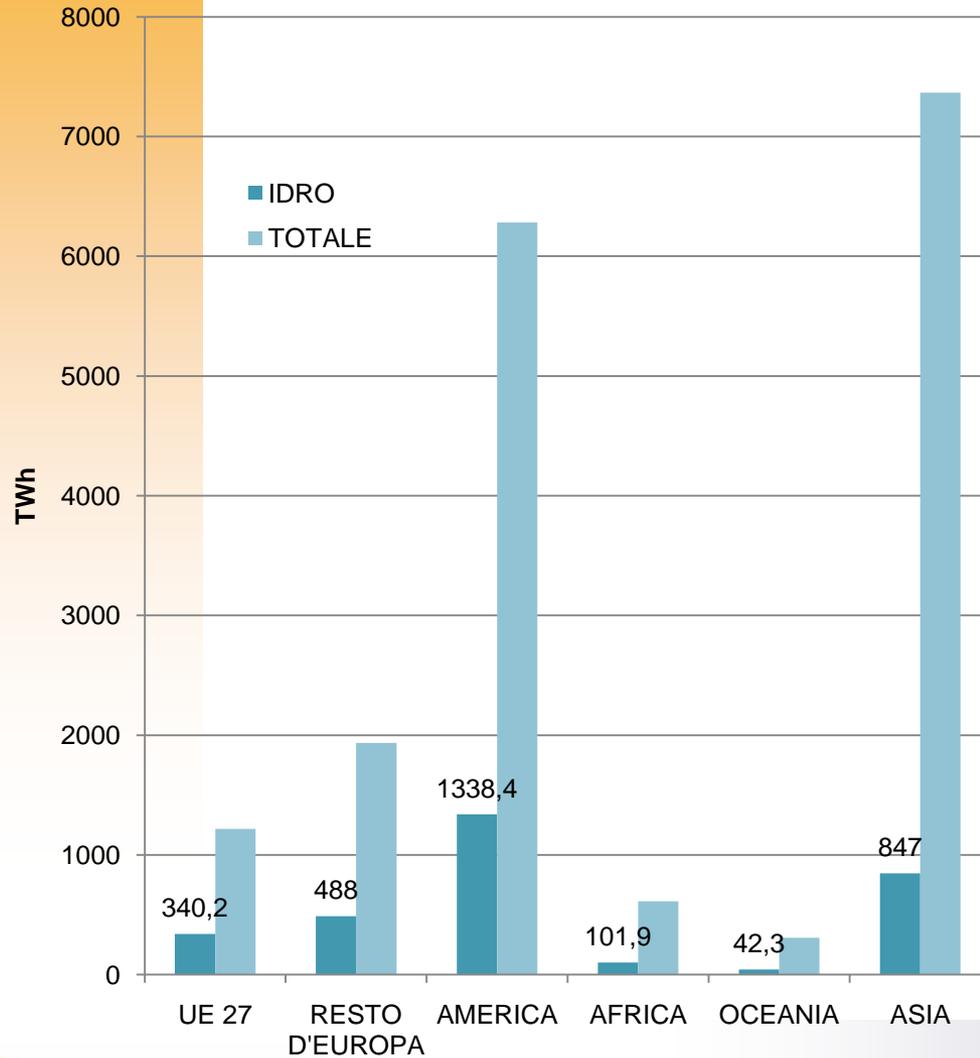
# Idroelettrico

L'energia idroelettrica è stata la prima fonte rinnovabile ad essere utilizzata su larga scala, il suo contributo alla produzione mondiale di energia elettrica è, attualmente, del 18% con 3.157,1 TWh prodotti nel 2007

## PRODUZIONE LORDA 2007 TWh



# Idroelettrico



## PRODUZIONE LORDA 2007 TWh

	IDRO	TOTALE	%IDRO
<b>UE 27</b>	340,2	1217,1	28%
<b>RESTO D'EUROPA</b>	488	1936,8	25%
<b>AMERICA</b>	1338,4	6282,7	21%
<b>AFRICA</b>	101,9	613,7	17%
<b>OCEANIA</b>	42,3	308,2	14%
<b>ASIA</b>	847	7365,1	12%

# Idroelettrico

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

La **centrale** è la parte dell'impianto che comprende l'insieme dei gruppi idroelettrici, le relative apparecchiature e l'edificio relativo a questo complesso, così come i trasformatori detti "di centrale".

Gli impianti possono essere:

- ad **acqua fluente**: impianti idroelettrici posizionati sul corso d'acqua;
- a **caduta**:
  - a **bacino**: l'acqua è raccolta in un bacino grazie a un'opera di sbarramento o diga;
  - ad **accumulo**: l'acqua viene portata in quota per mezzo di pompe

# Idroelettrico

## **Centrali ad acqua fluente**

Tali centrali sfruttano l'energia cinetica delle acque fluviali, convogliate in particolari turbine idrauliche messe in rotazione dal flusso dell'acqua. Collegate all'albero rotante delle turbine vi sono gli alternatori che trasformano l'energia meccanica di rotazione in energia elettrica.

# Idroelettrico

## Centrali a caduta

Tali centrali sfruttano l'energia potenziale di notevoli masse d'acque poste ad altezza maggiore rispetto a quella di presa (si parla in tal caso di 'invaso', o naturale o artificiale creato tramite dighe).

L'energia potenziale dell'acqua viene trasformata in energia cinetica facendo confluire l'acqua in condotte forzate nelle quali l'acqua raggiunge notevoli velocità. L'acqua viene poi fatta confluire come nel caso precedente in turbine collegate ad alternatori producendo così energia.

# Idroelettrico

## **Impianti a bacino**

Sono impianti a bacino idrico naturale (laghi) o artificiale.

Sono provvisti di una capacità di invaso alla presa del corso d'acqua atta a modificare il regime delle portate utilizzate dalla centrale, in genere queste centrali sono superiori ai 10 MW di potenza e arrivano a potenze enormi come ad esempio nell'impianto di Itaipu in Brasile, ha un bacino con un'estensione di 1460 Km<sup>2</sup> (4 volte il lago di Garda) e una potenza di circa 13.000 MW.

In Cina sono in via di completamento i lavori per la centrale delle Tre Gole, sul fiume Yang-Tze, che una volta ultimati renderanno disponibile una potenza di oltre 17.000 MW.

# Idroelettrico

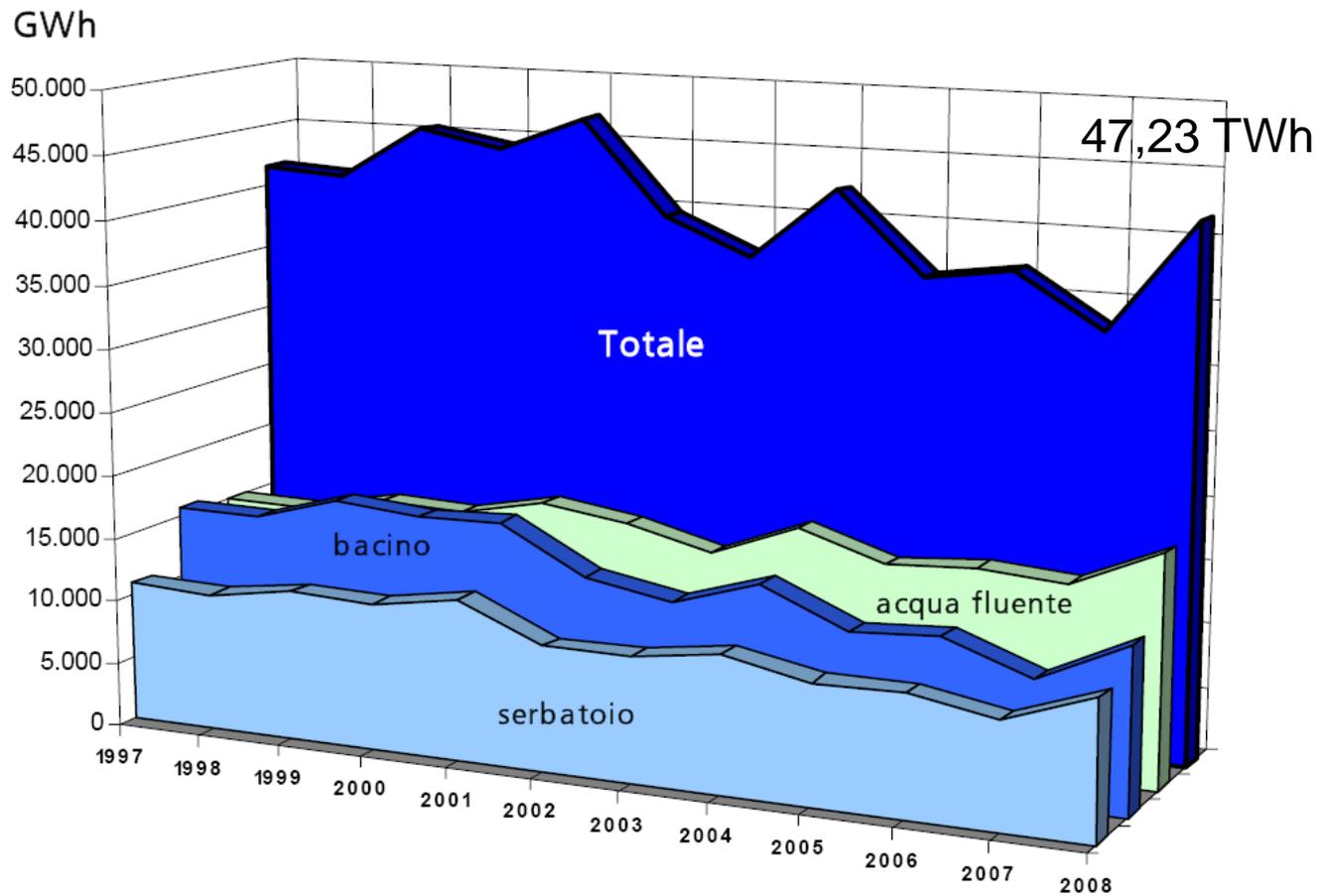
## **Impianti ad accumulo o a serbatoio**

Sono impianti con tutte le caratteristiche degli impianti tradizionali ma che ricavano la disponibilità di acqua nel serbatoio superiore mediante sollevamento elettromeccanico (con pompe o con la stessa turbina di produzione).

Questo tipo di impianto consiste in due serbatoi di estremità, collocati a quote differenti, collegati mediante i manufatti tipici di un impianto idroelettrico: nelle ore diurne di maggior richiesta (ore di punta) dell'utenza l'acqua immagazzinata nel serbatoio superiore è usata per la produzione di energia elettrica; nelle ore di minor richiesta (ore notturne) la stessa viene risollevata al serbatoio superiore.

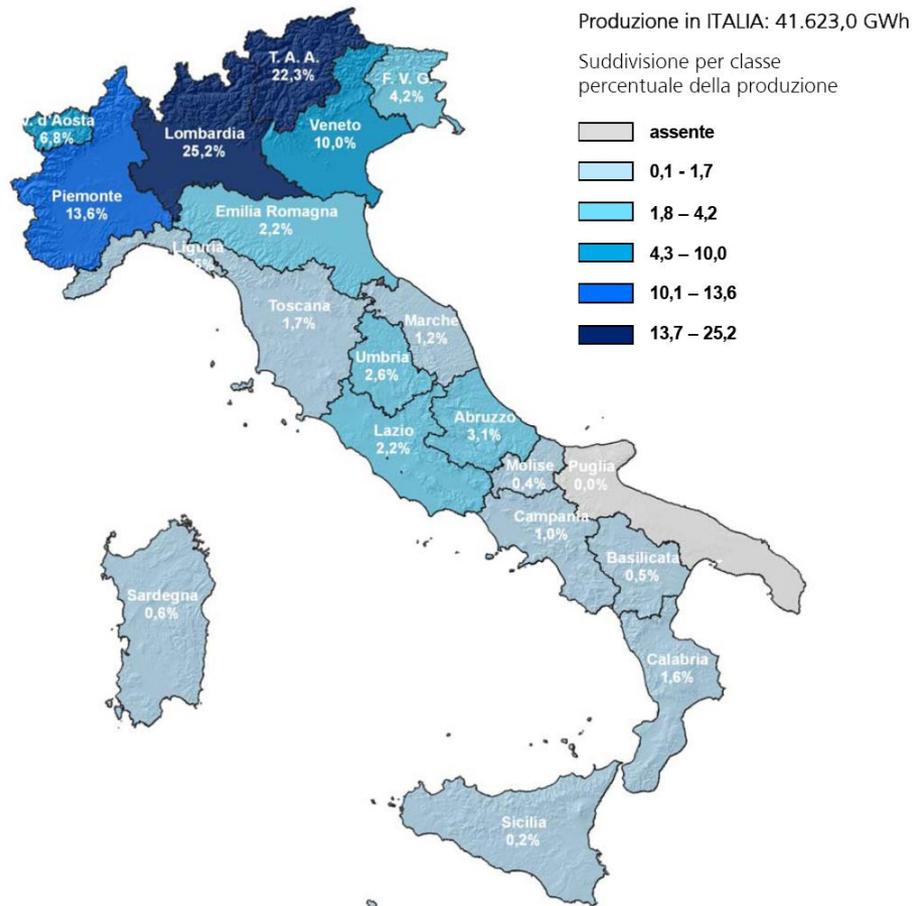
# Idroelettrico

Andamento della produzione idrica rinnovabile



# Idroelettrico

Distribuzione regionale % della produzione idrica nel 2008



La rappresentazione cartografica della distribuzione regionale della produzione idrica presenta valori molto differenti tra le regioni settentrionali e quelle meridionali ed insulari.

La ragione è da ricondursi essenzialmente a tre ordini di motivi:

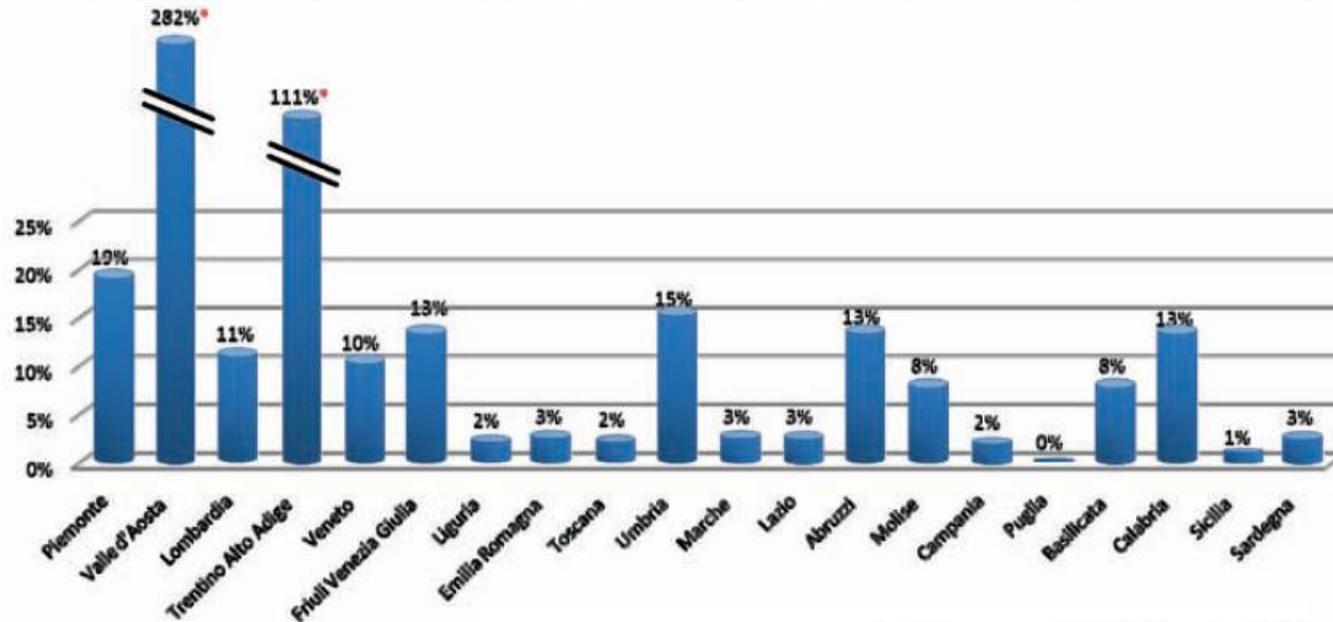
1) alla presenza di un maggior numero di impianti nelle regioni del Nord rispetto a quelle del Sud e delle isole

2) alla presenza di impianti di grossa taglia, come quelli a bacino ed a serbatoio, tipici delle regioni alpine, rispetto alla maggiore presenza nelle regioni del Sud di impianti ad acqua fluente, di taglia molto più ridotta

3) alla scarsità ed alla minore intensità di precipitazioni atmosferiche che si manifestano nelle regioni meridionali ed insulari rispetto al Nord Italia

# Idroelettrico

PERCENTUALE DEL CONSUMO INTERNO LORDO REGIONALE COPERTO DA PRODUZIONE IDROELETTRICA



\* valori fuori scala

Fonte Terna - anno 2007 - Elaborazioni APER

# Idroelettrico

Suddivisione per tipo di impianto da fonte idrica in Italia nel 2008

	Impianti n°	Potenza Eff. Lorda MW	Prod. Lorda GWh	Ore di utilizzo h/a
Totale	2.184	17.623	41.623	2.362
Serbatoio	131	8.029	10.757	1.340
Bacino	178	4.916	12.767	2.597
Acqua fluente	1.875	4.678	18.099	3.869

# Idroelettrico

## **Grande idroelettrico e piccolo idroelettrico**

Secondo la classificazione adottata dall'UNIDO (Organizzazione delle Nazioni Unite per lo Sviluppo Industriale) le centrali idroelettriche possono essere classificate come segue sulla base della potenza installata:

- *Micro centrali idroelettriche  $P < 100 \text{ kW}$*
- *Mini centrali idroelettriche  $P < 1.000 \text{ kW}$*
- *Piccole centrali idroelettriche  $P < 10.000 \text{ kW}$*
- *Grandi centrali idroelettriche  $P > 10.000 \text{ kW}$*

E' bene ricordare, in fatto di classificazione di *potenza*, che con il termine *Small Hydro Power -SHP* (spesso in italiano erroneamente tradotto con "mini-idroelettrico") si indicano generalmente le centrali idroelettriche capaci di sviluppare una potenza massima di 10 MW(10.000 kW).

# Idroelettrico

Tuttavia a livello europeo non si è ancora giunti ad un accordo su tale definizione. Si tratta di un aspetto molto importante, in quanto ha riflessi sia procedurali che tariffari.

Secondo la legislazione italiana vigente (Legge 7/1977), ad esempio, le “*piccole derivazioni*” sono quelle con potenza nominale media di concessione inferiore a 3.000 kW, categoria non contemplata dall’UNIDO, mentre al di sopra di questa soglia si parla di “*grandi derivazioni*”.

In genere ciò comporta una differenziazione con riferimento alla procedura di rilascio della concessione, che è usualmente di competenza provinciale per le piccole derivazioni e di competenza regionale per le grandi derivazioni.

# Idroelettrico - Vantaggi

## **Riduce le emissioni**

L'attuale produzione di energia da fonte idroelettrica consente un risparmio di circa 22 milioni di tonnellate di CO2 all'anno.

Ci sono inoltre vari studi internazionali che hanno dimostrato come, analizzando tutto il ciclo di vita delle varie tecnologie che permettono di produrre energia, l'idroelettrico di piccola taglia sia la tecnologia che presenta un impatto ambientale complessivo minore.

# Idroelettrico - Vantaggi

## **contribuisce alla sicurezza del sistema energetico**

La Direttiva 2001/77/CE rimarca l'importanza di promuovere le fonti rinnovabili *per motivi di sicurezza e diversificazione dell'approvvigionamento energetico*.

Il ricorso all'idroelettrico è pertanto fondamentale in quanto permette di valorizzare una risorsa interna strategica del paese e mette l'Italia al riparo da una rischiosa dipendenza energetica dall'estero.

# Idroelettrico - Vantaggi

## **è una tecnologia flessibile**

Gli impianti idroelettrici di tutte le taglie sono caratterizzati dalla possibilità di regolare in qualsiasi istante la produzione in modo rapido (molti sono addirittura telecontrollati) e flessibile, caratteristica che permette di assecondare molto bene l'andamento della curva di domanda di energia.

I grandi impianti che dispongono di bacini di accumulo sono inoltre in grado di rispondere in modo efficace ai picchi di domanda e rappresentano ancora, al momento, il più efficace ed efficiente sistema di accumulo dell'energia. ( in occasione del black-out del settembre 2003 l'immediata messa in marcia degli impianti idroelettrici delle regioni alpine ha fatto sì che nel nord del paese il ritorno alla normalità sia avvenuto in tempi brevissimi)

# Idroelettrico - Vantaggi

## **è una tecnologia matura**

L'idroelettrico ha alle spalle una storia decennale di evoluzione tecnologica che ha permesso di arrivare a produrre macchine con un'efficienza dell'80-90%, valori assolutamente impensabili per le tecnologie basate sulla combustione (rendimento di un moderno CCGT 55-57%)

Si tratta inoltre di impianti affidabili e sicuri, con una vita utile di progetto di almeno 30 anni, ma ci sono moltissimi esempi di impianti che funzionano regolarmente da più di 50 anni.

Ciò nonostante esistono ancora margini di miglioramento, sia a livello tecnologico che gestionale, e ne sono testimonianza i fondi investiti ogni anno dall'Unione Europea in programmi di sviluppo e ricerca in questo settore.

# Idroelettrico – Impatto Ambientale

Trattandosi di opere antropiche spesso localizzate in aree ad alto grado di naturalità, non è pensabile eliminare completamente gli impatti di questi impianti, ma adottando tecnologie e misure gestionali sviluppate appositamente è comunque possibile minimizzare notevolmente tali impatti.

L'elemento limitante in questo caso diventano i costi di tali interventi.

Gli impatti ambientali della tecnologia idroelettrica si manifestano però principalmente su scala locale e quindi non è sempre facile compararli, all'interno di un'analisi dei costi e dei benefici, con gli effetti positivi, che si manifestano invece prevalentemente su scale territoriali e temporali più estese. Tali analisi vanno quindi condotte in modo accurato.

# Idroelettrico – Impatto Ambientale

Bisogna considerare anche che la tipologia di impatti varia molto se si considerano grandi impianti a bacino o piccoli impianti ad acqua fluente: nei primi infatti l'aspetto paesaggistico e le alterazioni idro-geomorfologiche del sito possono assumere grande rilevanza, mentre per i secondi l'integrazione territoriale è sicuramente maggiore e anche gli effetti sul regime idrologico del corso d'acqua diventano di minore entità.

# Idroelettrico – Deflusso Minimo Vitale

un elemento comune a tutti gli impianti idroelettrici nella valutazione della loro sostenibilità ambientale, è il *Deflusso Minimo Vitale (DMV)*.

Secondo la definizione utilizzata dall’Autorità di bacino del fiume Po, il DMV è

*“il deflusso che, in un corso d’acqua naturale deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati compatibilmente con un equilibrato utilizzo della risorsa idrica.”*

# Idroelettrico - DMV

Il D.Lgs. 152/99 ha stabilito che le Regioni devono elaborare ed approvare i cosiddetti **Piani di Tutela delle Acqua (PTA)**, che costituiscono dei piani stralcio di settore dei Piani di Bacino, all'interno dei quali vengono fissati degli obiettivi di qualità per i corpi idrici e vengono individuate le misure per raggiungerli e mantenerli.

Tra queste misure è prevista appunto la definizione e l'applicazione del DMV alle derivazioni nuove ed esistenti, secondo una scansione temporale differente, ma che tenga comunque conto delle indicazioni della Direttiva sulle Acque (2000/60/CE).

# Idroelettrico - Prospettive

Per quanto riguarda gli **impianti attualmente operativi**, con l'approvazione dei Piani di Tutela delle Acque (PTA) da parte delle Regioni e la progressiva applicazione del Deflusso Minimo Vitale (DMV), si prevede una riduzione considerevole della produzione, dovuta sia alla minore portata disponibile, che alla riduzione dell'efficienza delle macchine in quanto quando una macchina lavora su portate molto differenti da quelle per cui è stata progettata perde molto in efficienza.

Stima ENEL – 10/12%

# Idroelettrico - Prospettive

D'altra parte, invece, un aumento della potenza efficiente, e quindi dalla produzione, si potrà determinare a seguito di interventi di ripotenziamento (repowering) e di miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti. Il parco impianti italiano, infatti, è piuttosto datato, il che offre notevoli margini di miglioramento in questo senso.

Secondo alcune stime tali interventi di ammodernamento potrebbero riuscire a compensare le perdite di produzione dovute al rilascio del DMV e in questo senso un sistema di sostegno che incentivi questo tipo di interventi, come quello attuale dei Certificati Verdi, può sicuramente promuovere il rinnovo del parco impianti.

# Idroelettrico - Prospettive

Per quanto concerne poi le potenzialità di sviluppo connesse all'installazione di **nuovi impianti**, attualmente si ritiene che lo sviluppo del settore riguarderà prevalentemente impianti di piccola taglia della tipologia ad acqua fluente.

***impianti su canale:*** sfruttano la rete idrica artificiale di pianura, gestita dai consorzi di bonifica e irrigazione; si tratta in genere di piccoli impianti ad acqua fluente a basso salto, ma possono essere anche a deflusso regolato.

***Impianti su acquedotto:*** sfruttano le potenzialità energetiche insite nei dislivelli di quota soprattutto degli acquedotti montani. Consistono nell'installazione, all'interno del sistema di condotte idrauliche, di una piccola turbina che permette il recupero di una certa quantità di energia, che altrimenti verrebbe dissipata meccanicamente per evitare il generarsi di pressioni troppo elevate al momento della distribuzione dell'acqua nelle abitazioni.

# Idroelettrico Prospettive

**Impianti sul DMV:** sfruttano le portate rilasciate per il rispetto della normativa sul Deflusso Minimo Vitale (DMV). Gli impianti idroelettrici sono infatti obbligati a garantire un certo deflusso di acqua che in molti casi, prima della reimmissione nel corpo idrico, può essere ulteriormente turbinata in un piccolo impianto posto a valle dell'impianto principale. (Uno esempio di questa applicazione si ha sulla diga di S. Giustina –Edison in Trentino.)

Questo tipo di interventi è assai interessante anche per i costi limitati, dal momento che la maggior parte delle opere civili (canali, condotte, opere di regolazione dei flussi) sono già esistenti.

# AGENDA

1. Introduzione alle fonti di energia rinnovabili – FER
2. Bilancio energetico nazionale e contributo FER
3. Solare
  - Fotovoltaico
  - Solare Termico
  - Solare termodinamico
4. Eolico
5. Idroelettrico
6. Valutazioni e conclusioni

# Fonti rinnovabili

In generale le rinnovabili non sono competitive con le convenzionali e richiedono misure di incentivazione (soprattutto in Italia)

L'UE stima necessario un sostegno tra il 2005 ed il 2020 compreso tra i 10 ed i 18 Mld €

- UK: nessun incentivo, regime di mercato (ma molte ore di vento > 3.500 h/y)
- Francia, Germania, Spagna: *feed in (tariffa prefissata)* ed obbligo di acquisto dei distributori (15 anni in Francia, 20 anni in Germania e Spagna)
- Italia: prezzo di mercato per l'e.e. + Certificato Verde per 15 anni, con obbligo di acquisto dell'energia da parte del GSE per le non programmabili, come l'eolico e l'idroelettrico da acqua fluente.
- Il valore del CV dipende da un'apposita Borsa ed ha come riferimento e *cap* il prezzo dei CV del GSE (impianti in CIP 6), pari ad €/MWh 180.

# Fonti rinnovabili

Non sono ancora competitive quanto a costi di produzione e soprattutto (con l'eccezione delle biomasse) non sono programmabili

Garantiscono per lo più un limitato load factor (per l'eolico soprattutto in Italia).

Richiedono comunque investimenti di back up nel convenzionale, riducendo il grado di sfruttamento degli impianti, con aumento dei costi fissi unitari.

Applicate con razionalità contribuiscono a migliorare la qualità dell'ambiente ed in particolari contesti hanno anche validità economica

Bisogna investire in ricerca sia per ridurre i costi, sia per raggiungere la capacità di accumulare l'energia.

Le rinnovabili non vanno quindi viste come **fonti alternative**, ma come **fonti integrative**

# investimento in FER

IRR			
Tasso di autoconsumo dell'energia prodotta	EOLICO	MINI IDRO	SOLARE
25%	15%	14%	8%
50%	16%	16%	8%
75%	18%	17%	9%
100%	19%	18%	9%

Fonte : studio "Investire in energie Rinnovabili: la convenienza finanziaria per le imprese"  
A. Nova - Università L. Bocconi

# investimento in FER

## PBP semplice in anni

Tasso di autoconsumo dell'energia prodotta	EOLICO	MINI IDRO	SOLARE
25%	8	8	11
50%	7	7	10
75%	7	7	10
100%	6	7	10

Fonte : studio "Investire in energie Rinnovabili: la convenienza finanziaria per le imprese"  
A. Nova - Università L. Bocconi

# Mercato del Credito

- Le banche sono ancora interessate a finanziare il settore delle rinnovabili
- Governi ed istituzioni sostengono gli investimenti in questo settore
- Meno banche e con meno risorse (33 attive nel 2008 contro 15 del 2009)
- Tempi più lunghi per chiudere i finanziamenti
- Relazioni e qualità dell'iniziativa sono fattori chiave
- Moltissime iniziative in sviluppo ma poche sono "bancabili". Nel 2008 Terna ha ricevuto circa 55.000 MW di domande di allacciamento alla rete per iniziative nelle FER
- A livello mondiale nel 1° trim. 2009 si rileva una riduzione degli affidamenti nel settore FER di circa il 68% rispetto al picco raggiunto nel 2008 (9 mld/\$ vs 28 mld/\$)

# Lo strumento: Project Finance

Lo strumento privilegiato dalle banche per il settore delle FER è il Project Finance – PF in considerazione di

- Sostanziale consolidamento delle tecnologie con efficienza già dimostrata nel medio lungo termine e possibilità di stimare la producibilità ed i costi gestionali con elevato grado di confidenza
- Flussi di cassa (anche in considerazione degli incentivi) stabili e robusti
- Arco temporale sufficientemente lungo
- Settore Essenziale in crescita e anticiclico sostenuto da politiche di incentivazione e basso rischio di mercato con elevate capacità reddituali