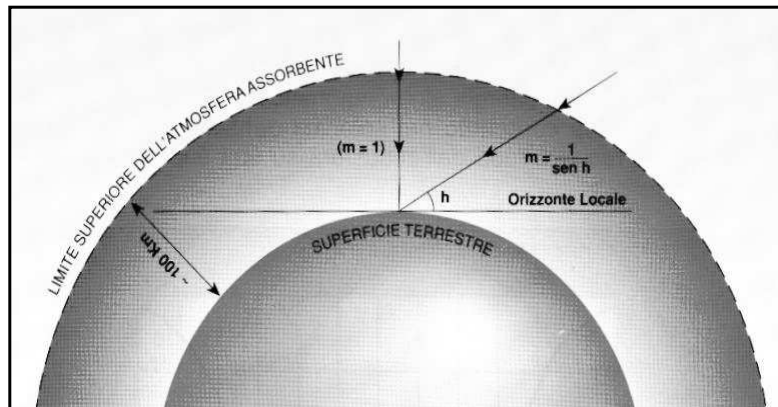


Assorbimento atmosferico (Air Mass, AM) in funzione dell'angolo di incidenza

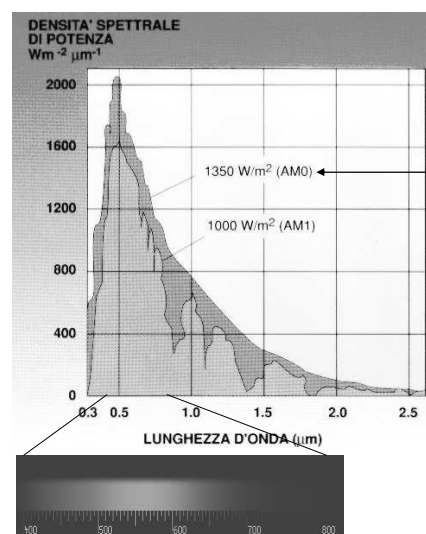


AM0 = radiazione extraterrestre (al di sopra dell'atmosfera) (0=percorso in atmosfera)

AM1 = radiazione al suolo con traiettoria perpendicolare all'orizzonte

AM1.5 = radiazione al suolo con angolo di zenith (h) di circa 42° (standard)

Confronto tra lo spettro solare extratmosferico (AM0)  
ed uno spettro solare al suolo (AM1)



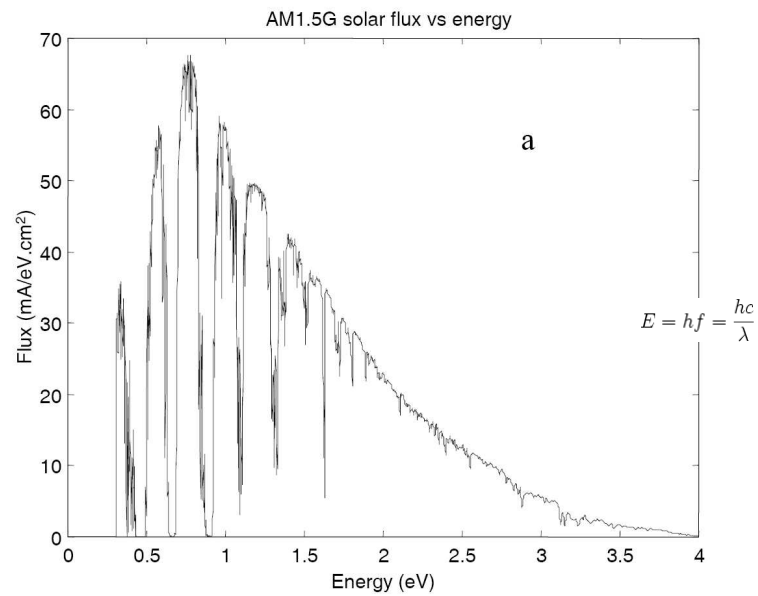
COSTANTE SOLARE

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

Al suolo arriva un massimo circa 1.000 W/m²

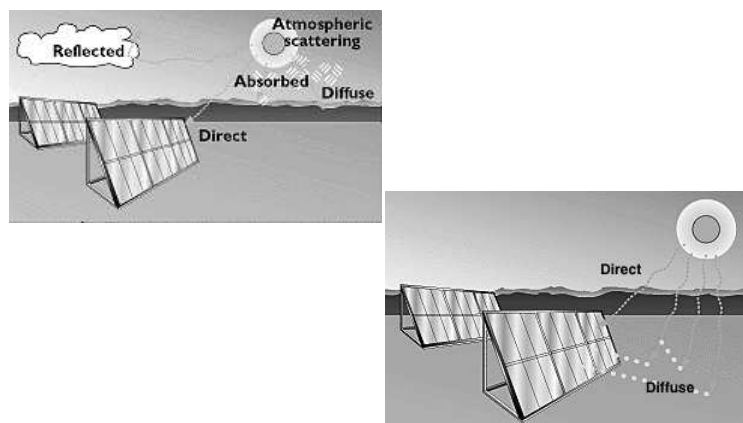
## L'energia solare

### Spettro solare al suolo con sole a 42° sull'orizzonte (AM1.5)

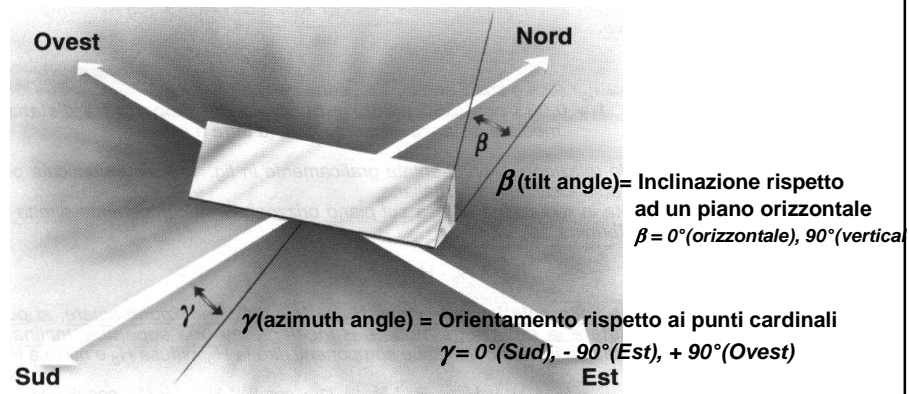


## L'energia solare

### Le componenti della radiazione solare



## L'energia solare



## L'energia solare

### CALCOLO DI $\beta$ E $\gamma$ OTTIMALI

I valori ottimali degli angoli di inclinazione  $\beta$  e di orientamento  $\gamma$  dipendono da:

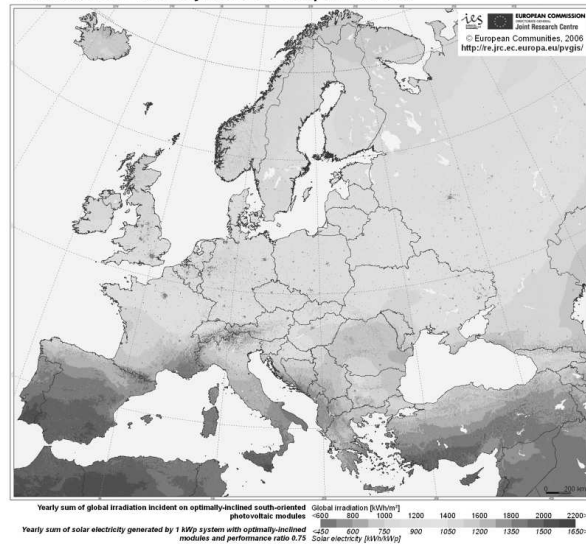
- latitudine del sito
- tipologia di utilizzo (solo estivo, annuale, solo invernale, ecc.)
- condizioni climatiche locali
- fattori architettonici o estetici

In generale, si può dire che, per un impiego annuale dell'energia solare:

- L'inclinazione ottimale è di poco inferiore alla latitudine del luogo
- l'orientamento ottimale è verso sud ( $\gamma = 0^\circ$ )
- esiste una discreta libertà nella scelta degli angoli  $\beta$  e  $\gamma$

## L'energia solare

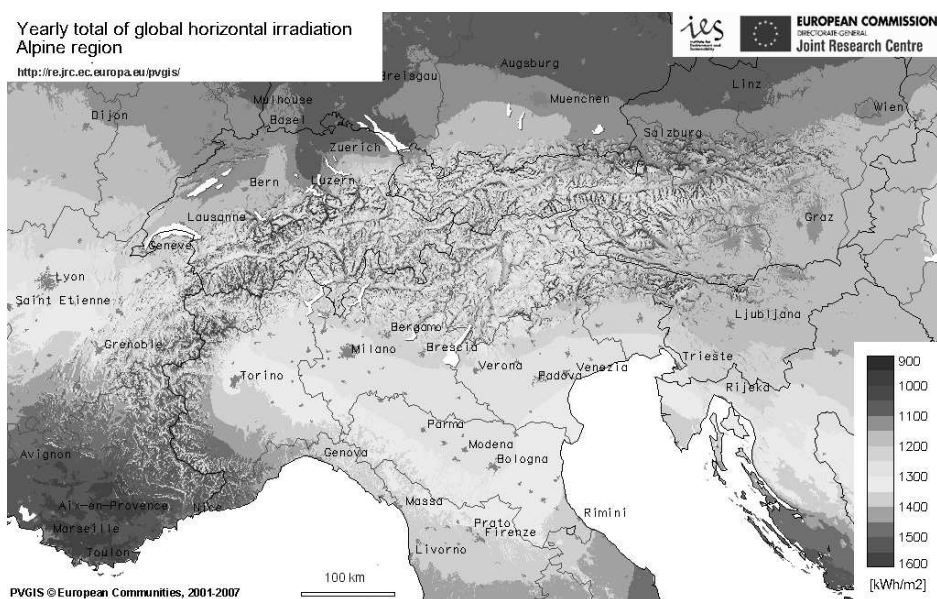
Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



## L'energia solare

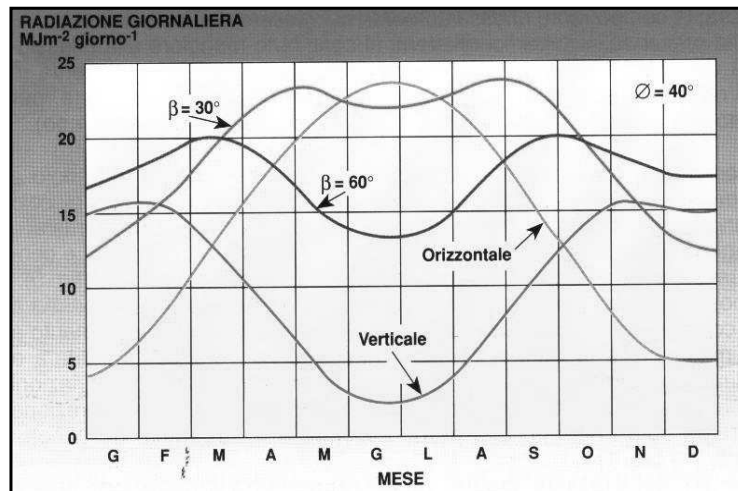
Yearly total of global horizontal irradiation  
Alpine region

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>



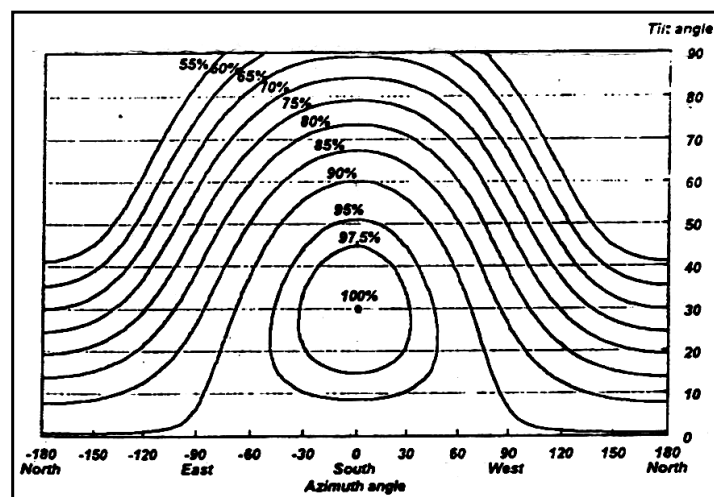
## L'energia solare

Radiazione media mensile nel corso dell'anno per superfici orientate a sud e diversamente inclinate (latitudine =  $40^\circ$ )



## L'energia solare

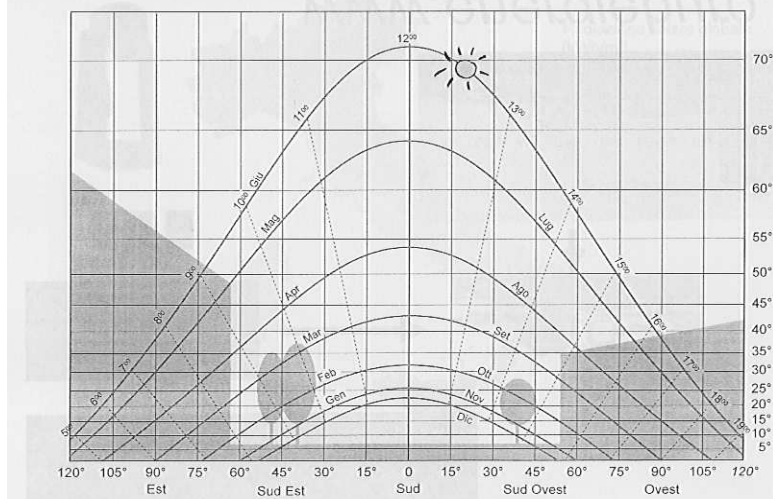
Variazione % della radiazione solare media annua a Roma in funzione degli angoli di inclinazione  $\beta$  e di orientamento  $\gamma$



## L'energia solare

### OMBREGGIAMENTO

Diagramma delle traiettorie del sole e ostruzione degli edifici e della vegetazione



## Il fotovoltaico

### IL FOTOVOLTAICO

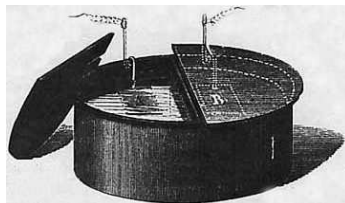
Trasforma direttamente energia solare (fotoni) in energia elettrica.

Sfrutta le proprietà fotoelettriche di un materiale, osservate per la prima volta da Bequerel nel 1839.

Il meccanismo fu compreso solamente un secolo più tardi.

La sua applicazione è legata alle ricerche effettuate nel campo aerospaziale:

- nel 1954 fu costruita la prima cella PV (efficienza = 6%)
- nel 1958 fu installato il 1° modulo PV a bordo della sonda spaziale Vanguard 1



## Il fotovoltaico

### IL FOTOVOLTAICO

Esistono tre tecnologie basate su materiali diversi:

- (1) celle inorganiche, basate su semiconduttori inorganici allo stato solido (silicio);
- (2) celle organiche, basate su semiconduttori organici (polimeri);
- (3) celle fotoelettrochimiche (PEC), basate sull'accoppiamento di un semiconduttore con specifiche strutture molecolari



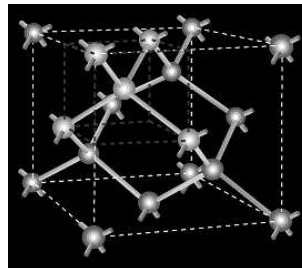
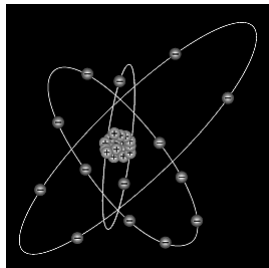
## Il fotovoltaico

### Le celle inorganiche

Il Silicio (Si) ha 14 elettroni.

I più esterni sono i 4 elettroni di valenza, che vengono condivisi con gli atomi vicini per completare la banda di valenza

Si creano in tal modo i legami con 4 atomi vicini che definiscono il reticolo cristallino del silicio.

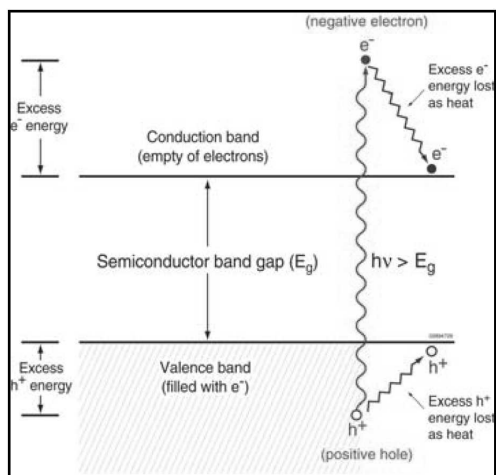


## Il fotovoltaico

La banda di valenza è caratterizzata da uno specifico livello energetico al quale si trovano gli elettroni.

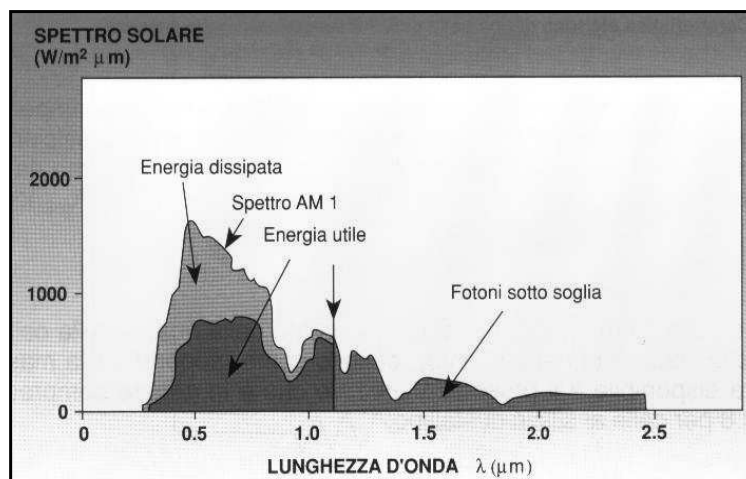
Fornendo agli stessi sufficiente energia, questi possono passare alla banda di conduzione e lasciando una lacuna.

Nel caso del FV l'energia necessaria proviene da un fotone, che deve possedere l'energia richiesta.  
L'energia in eccesso viene in ogni caso convertita in calore e non è utilizzabile.



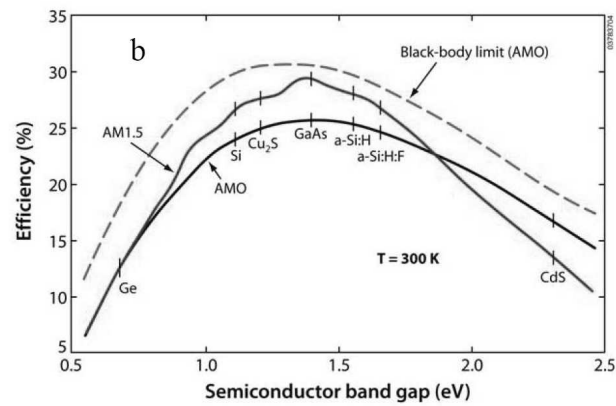
## Il fotovoltaico

### Efficienza energetica





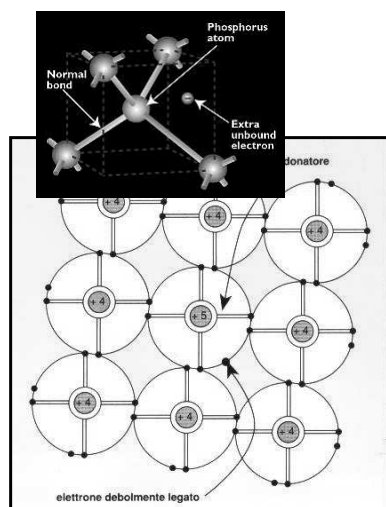
## Il fotovoltaico



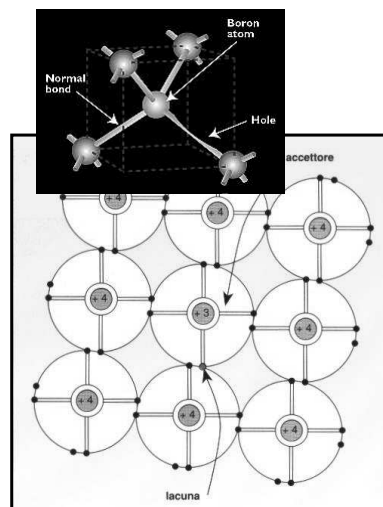
## Il fotovoltaico

### IL DROGAGGIO n-p

**Silicio di tipo n (negative type)**  
 Silicio "drogato" con atomi di Fosforo  
 (5 elettroni di valenza)

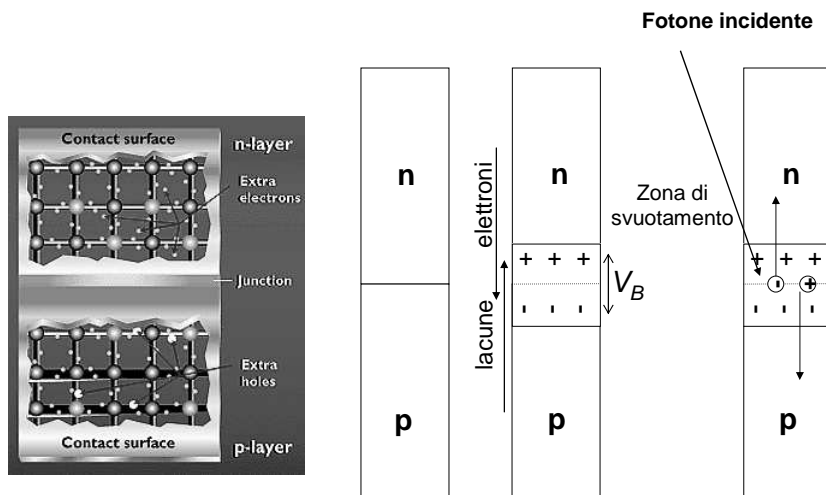


**Silicio di tipo p (positive type)**  
 Silicio "drogato" con atomi di Boro  
 (3 elettroni di valenza)



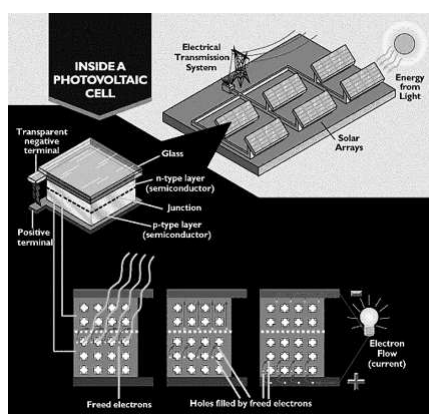
## Il fotovoltaico

### CONDUZIONE FOTOELETTRICA

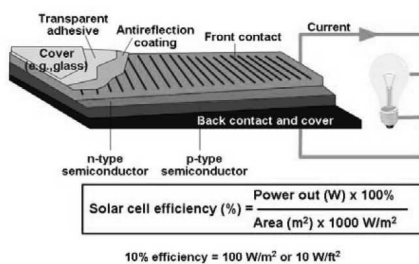


## Il fotovoltaico

### CONDUZIONE FOTOELETTRICA

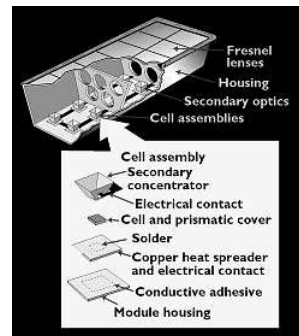
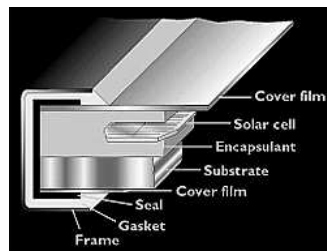
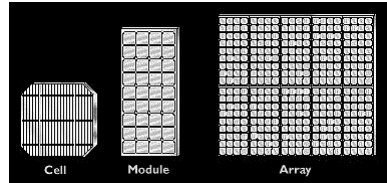
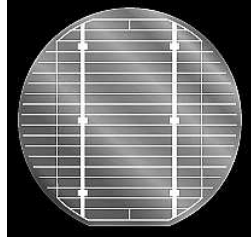


### A Solar Cell Structure



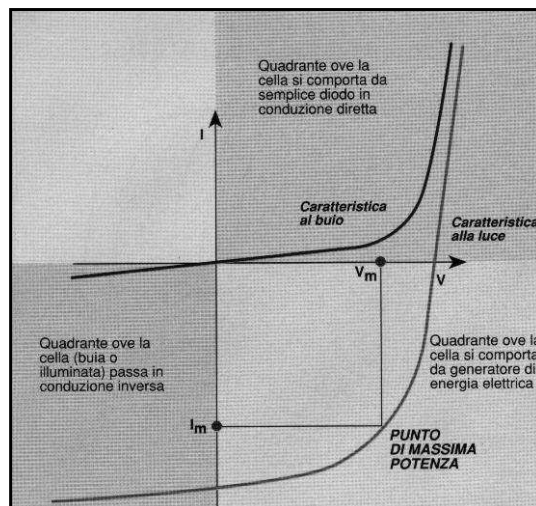
## Il fotovoltaico

### DALLA CELLA AL MODULO



## Il fotovoltaico

### Curva caratteristica I-V di una cella fotovoltaica



Per una cella commerciale standard  
(silicio monocristallino):

$$V_{ca} \sim 0,6 \text{ V}$$

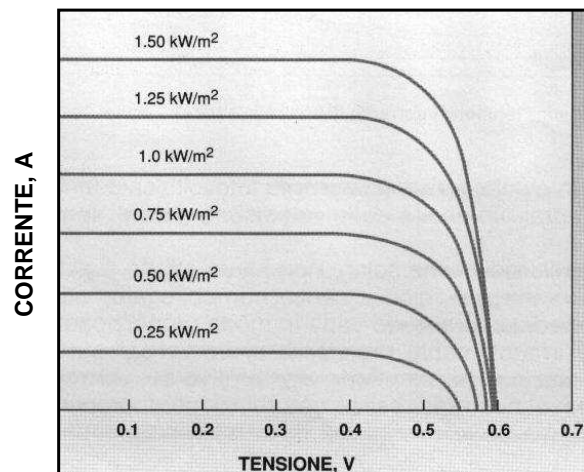
$$I_{cc} \sim 3 \text{ A}$$

$$V_m \sim 0,5 \text{ V}$$

$$I_m \sim 2,8 \text{ A}$$

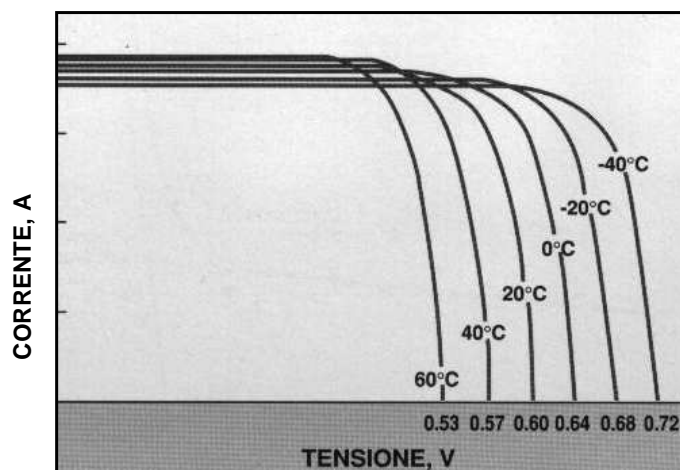
## Il fotovoltaico

### Variazione della curva I-V con l'intensità della radiazione solare



## Il fotovoltaico

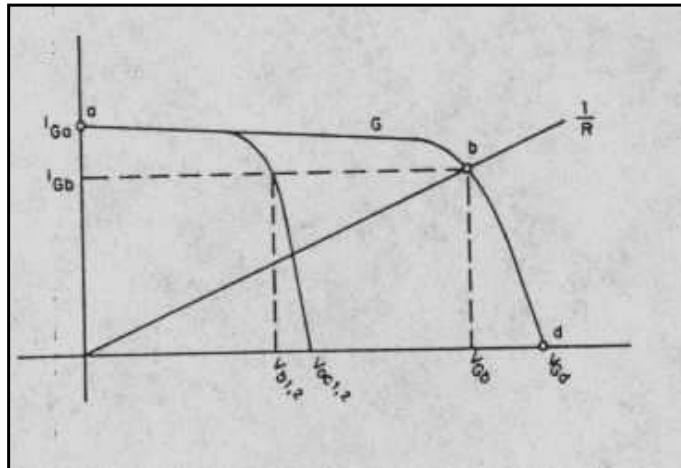
### Variazione della curva I-V con la temperatura della cella



## Il fotovoltaico

### FORMAZIONE DI MODULI FOTOVOLTAICI

Celle in serie ed intersezione con la curva del carico utilizzatore ( $1/R$ )



Modulo standard: 36 celle in serie

## Il fotovoltaico

### Caratteristiche di una cella fotovoltaica

Le prestazioni vanno misurate in condizioni standard:

- Intensità della radiazione: **1.000 W/m<sup>2</sup>**
- Temperatura della cella: **25°C**
- Spettro solare: **AM1,5**

Curva caratteristica I, V:

- **I<sub>cc</sub>, I<sub>m</sub>**
- **V<sub>o</sub>, V<sub>m</sub>**
- **FF (Fill Factor)**
- **W<sub>p</sub> (Potenza di picco)**

Efficienza (in condizioni standard):

$$\eta = W_p / \text{area cella}$$

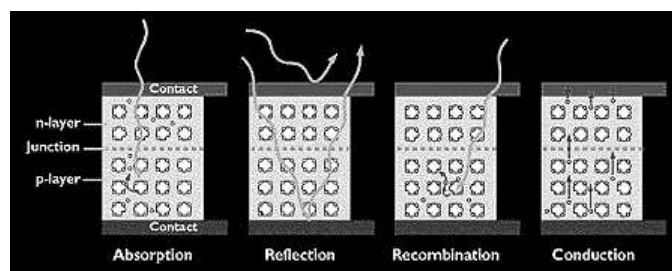
## Il fotovoltaico

### Efficienza energetica

In una cella fotovoltaica i fotoni sono assorbiti dallo strato p.

E' importante sintonizzare le caratteristiche dello strato in modo da assorbire la maggior quota possibile di fotoni, liberando più elettroni possibile. La riflessione deve essere pertanto limitata.

E' altrettanto importante che gli elettroni non si ricombinino con le lacune: dovranno essere liberati più in prossimità possibile della giunzione.



## Il fotovoltaico

### MODULI FOTOVOLTAICI

#### Silicio Monocristallino

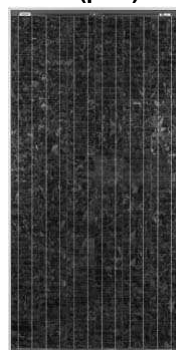
(m-Si)



$\eta = 14-17\%$

#### Silicio Policristallino

(p-Si)



$\eta = 11-14\%$

#### Silicio amorfo

(a-Si)



$\eta = 5-8\%$

## Il fotovoltaico

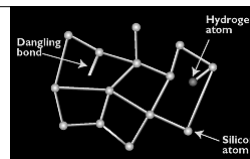
### MODULI FOTOVOLTAICI

#### Monocristallino (m-Si)

- maggiore efficienza
- minori ingombri
- garanzie di stabilità nel tempo
- costi più elevati
- problemi legati all'ombreggiamento
- sensibile riduzione delle prestazioni con la temperatura
- energeticamente molto "costoso"
- poco integrabile negli edifici

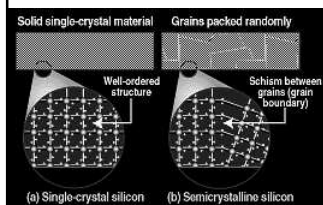
#### Policristallino (p-Si)

- efficienza sufficientemente alta
- buone garanzie di stabilità nel tempo
- costi più bassi rispetto al m-Si
- problemi legati all'ombreggiamento
- sensibile riduzione delle prestazioni con la temperatura
- energeticamente "costoso" quanto il m-Si
- esteticamente gradevole



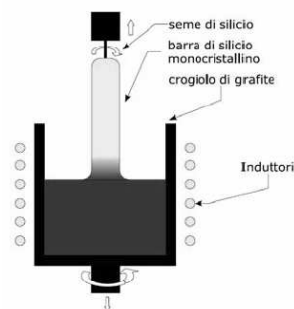
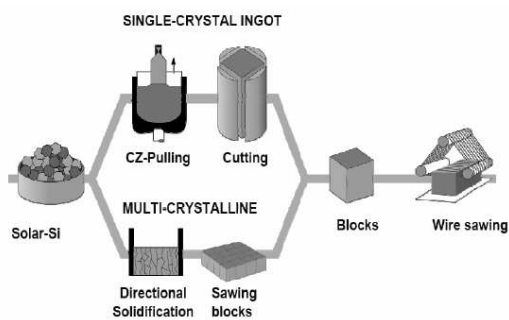
#### Amorfo (a-Si)

- bassa efficienza (ma alto assorbimento)
- ingombri elevati
- non ancora testate garanzie di stabilità nel tempo
- costi più bassi rispetto al p-Si
- possibilità di ulteriori riduzione di costi (linee automatizzate)
- pochi problemi per ombreggiamento
- minore sensibilità all'effetto temperatura
- energeticamente molto meno "costoso" del m-Si
- facilmente integrabile negli edifici (substrati diversi)



## Il fotovoltaico

### Silicio monocristallino



### NUOVI MATERIALI E TECNOLOGIE

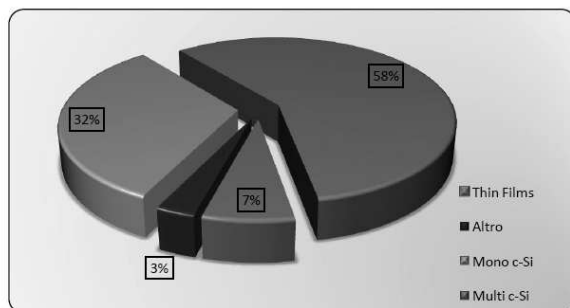


Grafico 18: Distribuzione della produzione di celle PV per tecnologia

### NUOVI MATERIALI E TECNOLOGIE

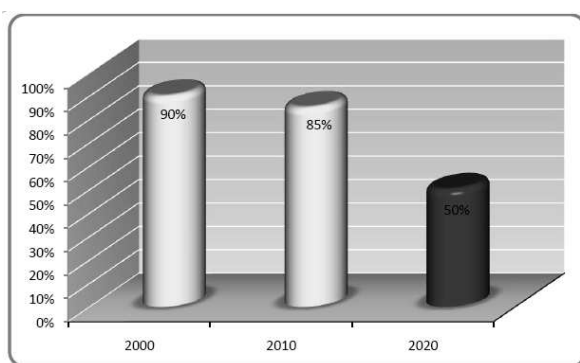


Grafico 19: Contributo del Silicio cristallino nella produzione mondiale<sup>14</sup>



## Il fotovoltaico

### Sviluppi

Costi e disponibilità di materiali hanno spinto verso soluzioni tecnologiche che permettano di:

- evitare la fase di taglio del wafer, introducendo anche per il silicio un processo simile a quello della “colata continua”, tipico dell'industria siderurgica, con la produzione di “nastri” di silicio (celle in silicio “ribbon”);
- ridurre la quantità di semiconduttore necessario, realizzando celle più efficienti e più sottili, oppure attraverso l'uso di materiali semiconduttori diversi dal silicio;
- migliorare ed aumentare la produzione di silicio di grado solare, prodotto specificatamente per l'industria fotovoltaica o utilizzare materiali alternativi

## Il fotovoltaico

### NUOVI MATERIALI E TECNOLOGIE

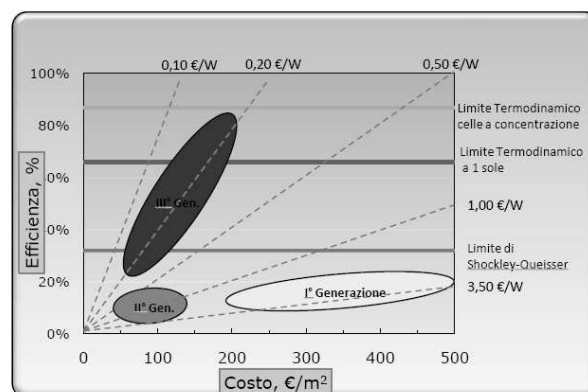


Figura 3: Schema rappresentante il posizionamento delle diverse generazioni fotovoltaiche in relazione ai costi e alle efficienze.

## Il fotovoltaico

### Seconda generazione – Thin film

- La seconda generazione è tuttora in continuo sviluppo ed è caratterizzata da moduli costruiti depositando film sottili (Thin Film) di materiali semiconduttori microcristallini su lamine di sostegno che possono essere di svariati materiali (vetro, metallo, plastica, ecc.).
- I semiconduttori sfruttati da queste celle sono in grado di assorbire la stessa quantità di radiazione solare di un cristallo di silicio ma in strati di almeno due ordini di grandezza più sottili (micron).
- Non aumentano le efficienze ma si riducono i costi
- Nel 2006 hanno rappresentato il 7% del mercato
- Materiali:
  - silicio amorfo tradizionale (a-Si) e silicio amorfo idrogenato;
  - diseleniuro di rame e indio (CIS);
  - telluriuro di cadmio (CdTe)

## Il fotovoltaico

### Seconda generazione – Thin film

Thin Film		1995	2000	2005	Obiettivi 2010
a-Si/ $\mu$ c-Si	Laboratorio	10%	13,5%	15%	16%
	Produzione	5%	8%	12%	>13%
CIS	Laboratorio	12%	18,8%	20%	20%
	Produzione	8%	10%	12%	>15%
CdTe	Laboratorio	12%	16%	18%	20%
	Produzione		>8%	10%	>12%

## Il fotovoltaico

### Seconda generazione – Thin film

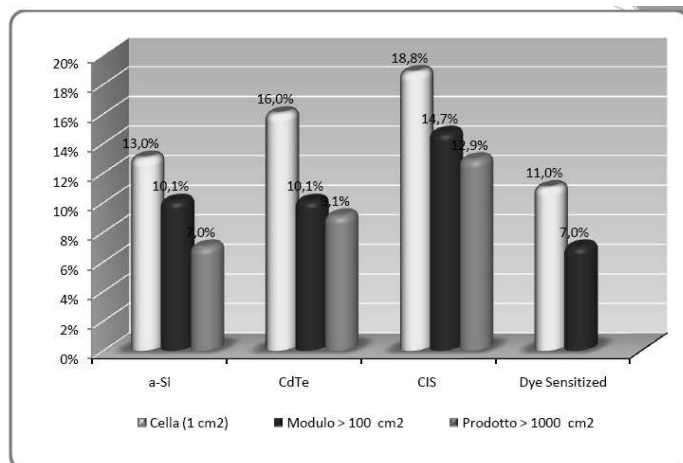
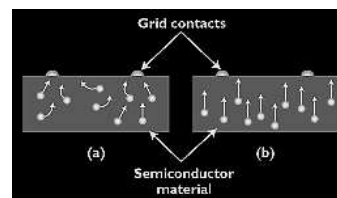
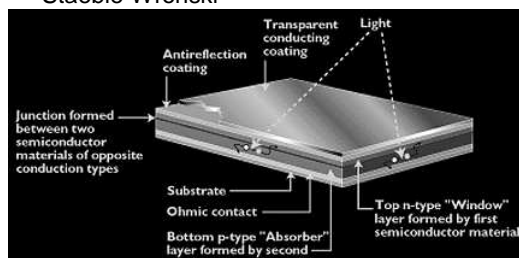


Grafico 27: Influenza della dimensione del prodotto sulla efficienza di moduli e celle in film sottile.

## Il fotovoltaico

### Tecnologia thin film (a-Si)

Come nel caso del silicio amorfo, va modificata anche la connessione elettrica, dato che la conduzione interna è limitata. Si preferisce utilizzare anziché una rete di contatti una deposizione di ossido trasparente e buon conduttore elettrico. Uno dei maggiori difetti è dato infatti da una perdita iniziale di efficienza di circa il 10-20% in conseguenza all'effetto di Staebler-Wronski

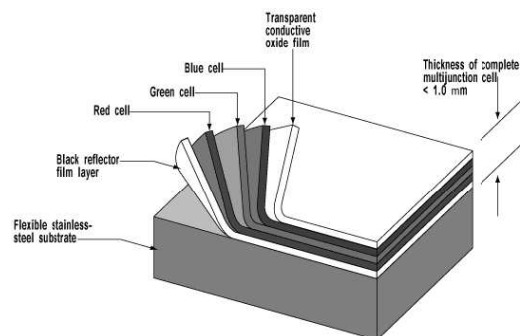


## Il fotovoltaico

### Tecnologia thin film (a-Si) Tandem e tripla giunzione

Gli studi sulla degradazione dei dispositivi al silicio amorfo a singola giunzione hanno evidenziato come celle più sottili risentono meno degli effetti della degradazione.

Inoltre sono stati sviluppati nel tempo film sottili a base di silicio amorfo con band-gap differenti e specializzati nell'assorbire particolari frazioni dello spettro luminoso, oltre che film sottili di silicio microcristallino.

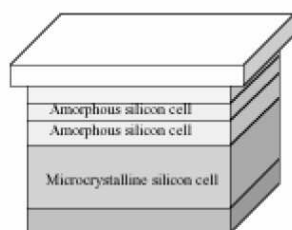


## Il fotovoltaico

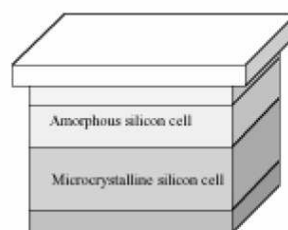
### Tecnologia thin film (a-Si) Tandem e tripla giunzione

Produttori: Unisolar, Sharp

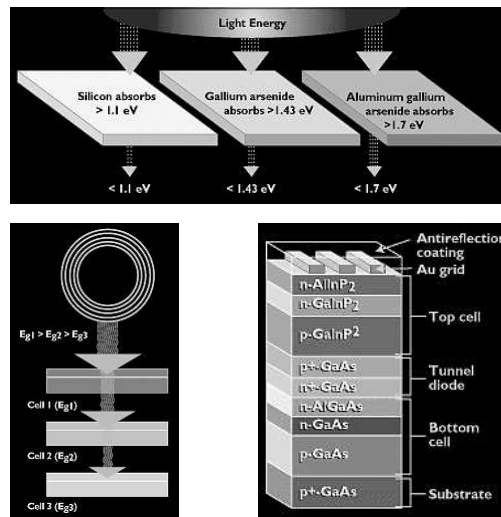
Triple-Junction Thin-Film Solar Cell



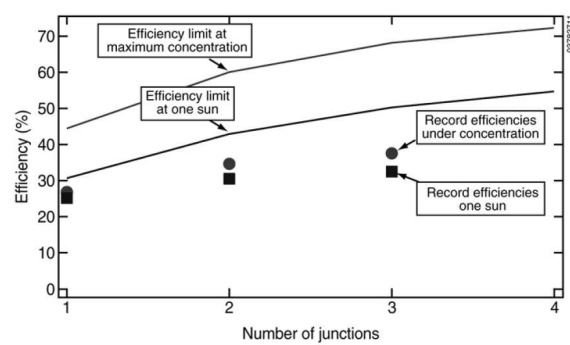
Tandem Thin-Film Solar Cell



### Tecnologia multigiunzione



### Tecnologia multigiunzione



## Il fotovoltaico

### Tecnologia thin film CIS

Primo tra i film sottili realizzati con materiali diversi dal silicio ad arrivare sul mercato: CIS, o  $\text{CuInSe}_2$  (diseleniuro di indio e rame), semiconduttore policristallino con un band-gap di 1,04eV.

Coefficiente di assorbimento molto elevato in tutto lo spettro della luce visibile: quantità di materiale molto modesta.

Esistono diverse varianti al composto standard, che vengono prodotte aggiungendo una certa quantità di gallio o zolfo, realizzando le celle CIGS e CIGSS: nonostante queste leggere differenze di composizione, di seguito si farà sempre riferimento a celle e moduli realizzati in CIS.

Produttori: Shuco, Siemens e Wurt

## Il fotovoltaico

### Tecnologia thin film CIS



## Il fotovoltaico

### Tecnologia thin film CdTe

Il CdTe è un materiale semiconduttore policristallino con un band-gap di 1,45 eV, il che rappresenta un'ottima corrispondenza con lo spettro solare.

La struttura della cella in CdTe è simile a quella delle celle in CIS, con la differenza che in questo caso la radiazione luminosa entra dal lato del substrato, e si parla pertanto di configurazione frontwall.

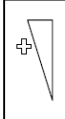
Il cadmio (metallico) è un materiale tossico, ma il composto con il tellurio è stabile. Data la struttura della cella inoltre è difficilmente disperso nell'ambiente.

Produttori: First Solar

## Il fotovoltaico

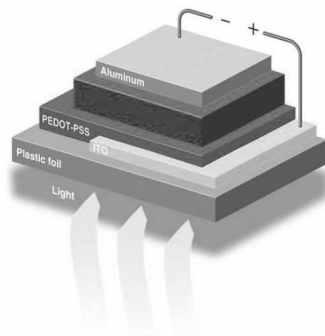
### Tecnologia thin film CdTe

		p-Si	CdTe	CIS	a-Si
Efficienza	$\eta$	13% $\pm$ 15%	8% $\pm$ 10%	10% $\pm$ 12%	5% $\pm$ 8%
FF		~0,75	~0,64	~0,70	~0,55
Densità energetica	Wp/m <sup>2</sup>	~130	~90	~112	~60
Costo	€/Wp	6,00 $\pm$ 7,00	4,80	4,80	4,50 $\pm$ 5,00
Coeff. di temperatura	%/C	-0,5	-0,25	-0,36	-0,2 $\pm$ -0,25
EPB	anni	~2,2	~1	~1,8	~1,6

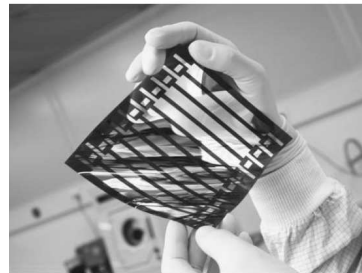
	EPB	Efficienza	Costo produzione
	Cristallino	Cristallino	Cristallino
	CIS	CIS	CdTe
	amorfo	CdTe	amorfo
	CdTe	amorfo	CIS

## Il fotovoltaico

### Celle organiche



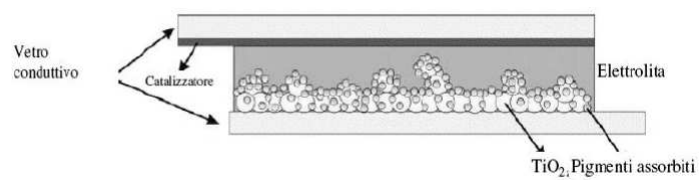
**Figure 27** Construction of a typical organic photovoltaic device. The active layer (red) can be a bilayer of vapor-deposited molecules, or a bulk heterojunction containing a polymer and  $C_{60}$  or an inorganic quantum structure.



**Figure 7** Flexible, plastic PV cell

## Il fotovoltaico

### Celle dye sensitized - fotochimiche





## Il fotovoltaico

### Celle organiche

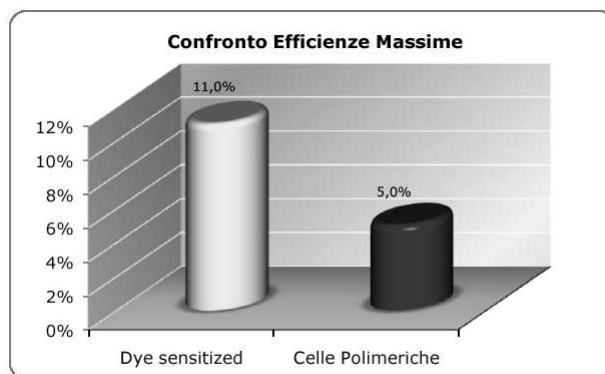


Grafico 38: Confronto delle efficienze massime fra DSC e celle polimeriche

## Il fotovoltaico

Classificazione	Efficienza	Area (cm <sup>2</sup> )	Centro Test (data)	Descrizione
<i>Silicio</i>				
Si (cristallino)	24.7 ± 0.5	4.00	Sandia (3/99)	UNSW PERL <sup>i</sup>
Si (multicristallino)	20.3 ± 0.5	1.002	NREL (5/04)	FhG-ISE <sup>ii</sup>
Si (thin film transfer)	16.6 ± 0.4	4.017	FhG-ISE (7/01)	U. Stuttgart <sup>iii</sup>
<i>III-V Cells</i>				
GaAs (cristallino)	25.1 ± 0.8	3.91	NREL (3/90)	Kopin, <sup>iv</sup>
GaAs (thin film)	24.5 ± 0.5	1.002	FhG-ISE (5/05)	Radboud U. <sup>v</sup>
GaAs (multicristallino)	18.2 ± 0.5	4.011	NREL (11/95)	RTI <sup>vi</sup>
InP (cristallino)	21.9 ± 0.7	4.02	NREL (4/90)	Spire <sup>vii</sup>
<i>Thin film</i>				
CIGS (cella)	18.4 ± 0.5f	1.04	NREL (2/01)	NREL, <sup>viii</sup>
CIGS (submodulo)	16.6 ± 0.4	16.0	FhG-ISE (3/00)	U. Uppsala, <sup>ix</sup>
CdTe (cella)	16.5 ± 0.5f	1.032	NREL (9/01)	NREL <sup>x</sup>
<i>Silicio Amorfo/ nanocristallino</i>				
Si (amorfo)	9.5 ± 0.3	1.070	NREL (4/03)	U. Neuchatel <sup>xi</sup>
Si (nanocristallino)	10.1 ± 0.2	1.199	JQA (12/97)	Kaneka <sup>xii</sup>

## Il fotovoltaico

Classificazione	Efficienza	Area (cm <sup>2</sup> )	Centro Test (data)	Descrizione
<i>Photochemical</i>				
Nanocrystalline dye	10.4 ± 0.3	1.004	AIST (8/05)	Sharp <sup>xiii</sup>
Nanocrystalline dye (submodulo)	4.7 ± 0.2	141.4	FhG-ISE (2/98)	INAP
<i>Dispositivi a multigiunzione</i>				
GaInP/GaAs/Ge	32.0 ± 1.5	3.989	NREL (1/03)	Spectrolab
GaInP/GaAs	30.3	4.0	JQA (4/96)	Japan Energy <sup>xiv</sup>
GaAs/CIS (thin film)	25.8 ± 1.3	4.00	NREL (11/89)	Kopin/Boeing
a-Si/CIGS (thin film)	14.6 ± 0.7	2.40	NREL (6/88)	ARCO <sup>xv</sup>
a-Si/μc-Si (thin submodulo)	11.7 ± 0.4	14.23	AIST (9/04)	Kaneka <sup>xvi</sup>

## Il fotovoltaico

### Building Integrated PhotoVoltaic (BIPV)

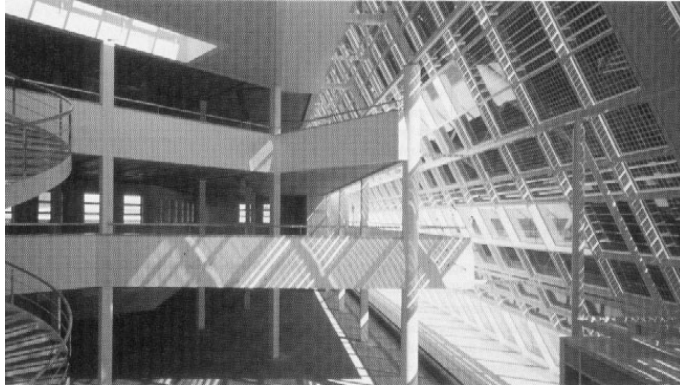


**Facciata**

**THE SOLAR OFFICE, INGHILTERRA**

**Il fotovoltaico**

**Building Integrated PhotoVoltaic (BIPV)**



**Vista interna della facciata**

**THE SOLAR OFFICE, INGHILTERRA**

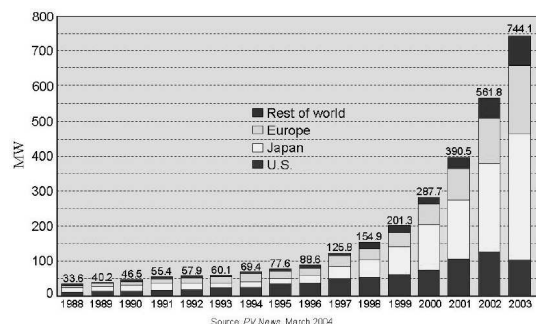
**Il fotovoltaico**

**Building Integrated PhotoVoltaic (BIPV)**



## Il fotovoltaico

### Produzione



**Figure 1** World PV cell/module production (in MW<sub>p</sub>)

## Il fotovoltaico

### Produzione

**Table 1** Worldwide PV Module Production in 2003 by Technology Type

Technology Type	MW	%
Flat plates – single-crystal silicon	230.5	31.0
Cast poly/multicrystalline silicon	443.8	59.6
Ribbon silicon	22.8	3.1
Thin-film amorphous silicon	39.3	5.3
Thin-film cadmium telluride	3	0.4
Thin-film CIGS	4	0.5
Concentrators – silicon	0.7	0.1
<b>TOTALS</b>	<b>744.1</b>	<b>100</b>

Source: PV News

## Il fotovoltaico

### Produzione

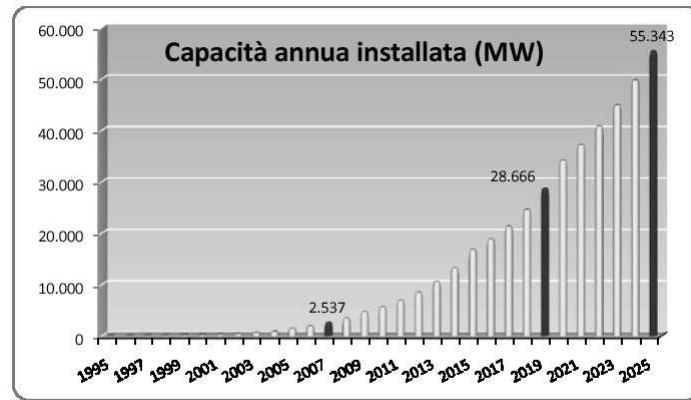


Grafico 11: Capacità annua installata su scala mondiale (MW.)

## Il fotovoltaico

### Produzione

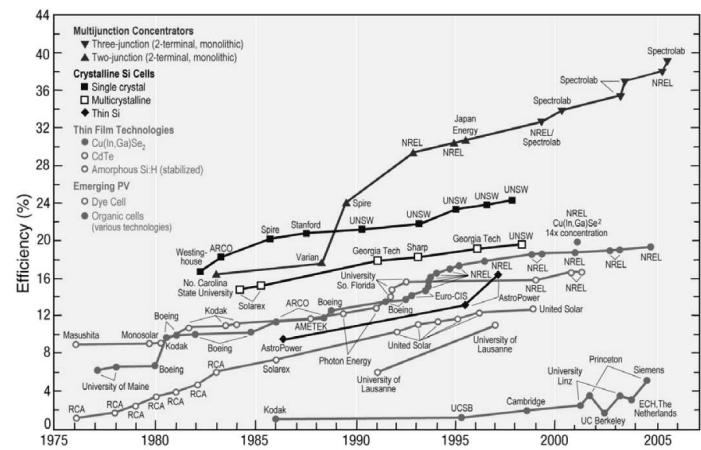
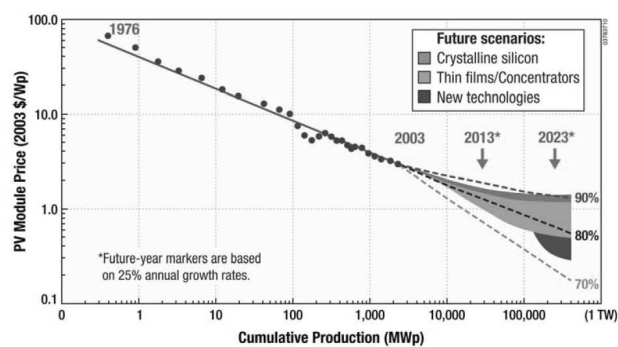


Figure 3 Improvements in solar cell efficiency, by system, from 1976 to 2004

## Il fotovoltaico

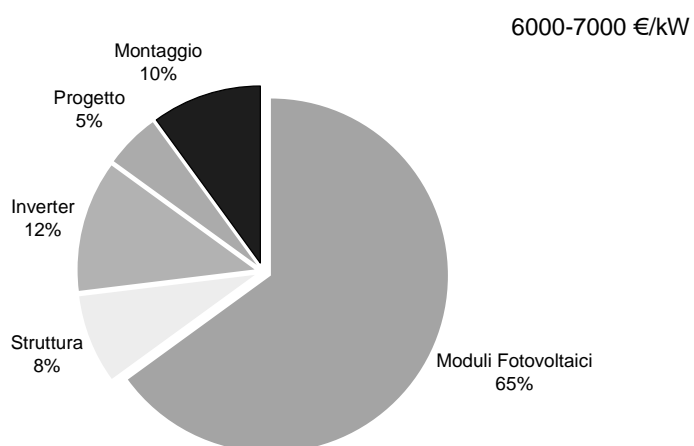
### Produzione



**Figure 4** Learning curve for PV production. The present learning curve rate is 80% (20% cost reduction for every doubling of cumulative production); projected rates of 90% and 70% are shown for years beyond 2003. (Source: Surek 2005)

## Il fotovoltaico

### Costi



## Il fotovoltaico

### Pay-back energetico

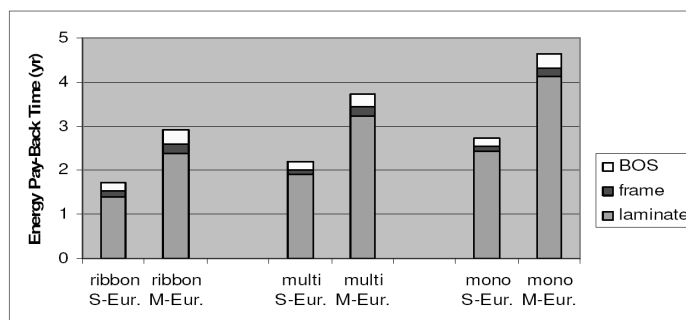


Figure 6: Energy Pay-Back Time (in yr) for a grid-connected PV-system under an irradiation of 1700 kWh/m²/yr (Southern-Europe) respectively 1000 kWh/m²/yr (Middle-Europe).

## Il fotovoltaico

### Misure di incentivazione

Nazione	Anno	Descrizione dell'incentivo
Giappone	1992	Primo programma di incentivo per il solare: Introdotto per diffondere le energie rinnovabili nel paese. Vennero posti obiettivi e venne creata la legislazione necessaria a regolamentare il settore.
Giappone	1994	Programma 70.000 Tetti: Inizialmente il 50% dei costi di installazione degli impianti PV era sostenuto dallo stato, il budget annuo (per R&D e incentivi di mercato) era di \$ 18,3 milioni. Nel 2003 il sussidio statale è stato ridotto al 15% mentre il budget è stato aumentato a \$ 186 milioni.
Stati Uniti	1997	Million Solar Roofs Initiative: Programma nazionale disegnato per facilitare l'installazione di sistemi per l'energia solare su un milione di edifici negli US entro il 2010.
Germania	1998	Programma 100.000 Tetti: Il programma forniva prestiti di dieci anni con bassi tassi d'interesse agli acquirenti di sistemi fotovoltaici. Terminò in anticipo nel 2003, quando tutti gli obiettivi vennero raggiunti.
Germania	1999	Legge sulle Fonti Rinnovabili di Energia (tariffe in Conto Energia): I clienti ricevono 56 centesimi per ogni kWh di elettricità prodotto con impianti fotovoltaici e rivenduto al gestore della rete.

## Il fotovoltaico

### Misure di incentivazione

Italia	2001	Programma 10.000 Tetti Fotovoltaici: Sussidi su base regionale per la promozione di applicazioni fotovoltaiche e BIPV
Giappone	2003	Renewable Power Portfolio Standard: Prevede che le energie rinnovabili forniscano una percentuale costante sul totale delle forniture energetiche. Con questa legge il governo mira a raggiungere l'obiettivo del 3,2% sul totale per le energie rinnovabili entro il 2010.
Cina	2004	Allocazione di 1,21 miliardi di dollari per incentivare lo sfruttamento dell'energia del sole e del vento per la generazione di elettricità nelle aree remote della Cina occidentale.
Italia	2005	Introduzione degli incentivi in conto energia: I clienti, ricevono una quota variabile in base alla potenza dell'impianto, per ogni kWh di elettricità prodotto con impianti fotovoltaici e rivenduto al gestore della rete. Nel 2007 le tariffe sono state ritoccate favorendo in particolare il BIPV

## Il fotovoltaico

### Conto energia

Nuova forma di incentivazione

Deriva dalle indicazioni del D. Lgs. 387/03

E' stato introdotto dal Decreto del MAP del 28 luglio 2005 a partire dal terzo trimestre del 2005: prevedeva di incentivare 100 MW di impianti e di arrivare entro il 2015 a 300 MW di realizzazioni.

E' stato modificato dal DM del 6 febbraio 2006 a seguito della notevole richiesta di incentivazioni: le domande accettate del 3° trimestre 2005 raggiungevano 87,7 MW e altri 33,7 MW erano stati respinti. Si porta il limite a 500 MW ma si fissa un massimo di 85 MW per anno.

Situazione del 2006

Classe di potenza	POTENZA CUMULATIVA IMPIANTI AMMESSI ALL'INCENTIVAZIONE (MW)				LIMITI massimi potenza cumulativa di tutti gli impianti che possono ottenere l'incentivazione	POTENZA DISPONIBILE a partire dall'anno 2007
	3° trim 2005	4° trim 2005	1° trim 2006	TOTALE		
1 ≤ P ≤ 20 kW	14,0	26,7	10,6	51,4	360	71,4
20 < P ≤ 50 kW	46,6	110,0	80,6	237,2		
50 < P ≤ 1.000 kW	27,0	43,7	28,3	99,1	140	40,9
TOTALE	87,7	180,5	119,5	387,7	500	112,3

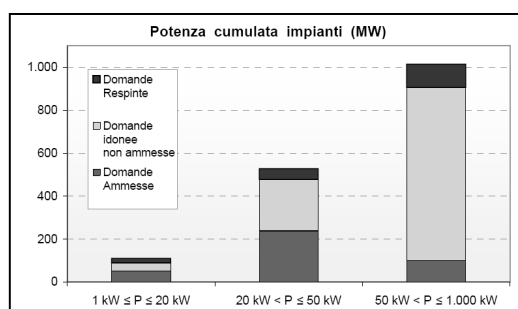


## Il fotovoltaico

### Conto energia

Situazione  
2006

Classe di potenza	POTENZA (MW)			
	Domande Presentate	Domande Ammesse	Domande idonee non ammesse	Domande Respinte
$1 \text{ kW} \leq P \leq 20 \text{ kW}$	110,33	51,39	37,60	21,35
$20 \text{ kW} < P \leq 50 \text{ kW}$	527,69	237,21	239,17	51,31
totale parziale $1 \text{ kW} \leq P \leq 50 \text{ kW}$	638,02	288,59	276,77	72,66
$50 \text{ kW} < P \leq 1.000 \text{ kW}$	1.014,64	99,06	806,47	109,11
TOTALE	1.652,66	387,65	1.083,24	181,77



## Il fotovoltaico

### Conto energia

E' incentivata la produzione da fonte fotovoltaica per impianti fino a 1 MW.

Sotto i 20 kW è incentivata solo la produzione per autoconsumo se si richiede lo scambio sul posto (che fa risparmiare 0,16-0,18 €/kWh). Viene incentivata tutta se si cede l'intera produzione, come previsto per gli impianti fino a 50 kW. (Opzione possibile prima dell'entrata in servizio)

La cessione può avvenire su mercato libero o a tariffa incentivante di 0,095 €/kWh (Del. AEEG 34/05)

Taglia di potenza dell'impianto	Tariffa incentivante riconosciuta all'energia prodotta
<b><math>1 \text{ kW} &lt; P &lt; 20 \text{ kW}</math></b>	<b>0,445 €/kWh</b> (servizio di scambio sul posto)
<b><math>20 \text{ kW} &lt; P &lt; 50 \text{ kW}</math></b>	<b>0,460 €/kWh</b>
<b><math>50 \text{ kW} &lt; P &lt; 1.000 \text{ kW}</math></b>	<b>Al massimo 0,490 €/kWh</b> (meccanismo di gara)

## **Il fotovoltaico**

### **Conto energia**

La tariffa è fissa per 20 anni.

Per gli impianti che vi accedano dopo il 2006 si ha un adeguamento:

- decurtazione del 5% ed aggiornamento sulla base del tasso di variazione dei prezzi al consumo per le famiglie di operai e impiegati rilevati dall'ISTAT.

Le tariffe incentivanti sono incrementate del 10% - e restano costanti fino all'anno 2012 incluso - qualora i moduli fotovoltaici siano integrati in edifici di nuova costruzione ovvero in edifici esistenti oggetto di ristrutturazione.

Condizioni per la cumulabilità del conto energia con altri incentivi (art.10):

- le tariffe incentivanti sono ridotte del 30% se il soggetto che realizza l'impianto beneficia della detrazione fiscale IRPEF del 41% (Iva inclusa).
- le tariffe incentivanti non verranno erogate se gli impianti hanno ricevuto incentivi pubblici in conto capitale superiori al 20% del costo di investimento o se usufruiscono dei certificati verdi.

## **Il fotovoltaico**

### **Conto energia**

Per accedere alle tariffe è necessario:

- entro 6 mesi dalla comunicazione di accettazione (12 sopra i 20 kW) iniziare i lavori
- entro 12 mesi (24 sopra i 20 kW) terminare i lavori
- entro 6 mesi dal termine dei lavori l'entrata in esercizio

Il fotovoltaico
<p style="text-align: center;"><b>Conto energia</b></p> <p>Aspetti fiscali:</p> <p>agevolazioni per gli impianti sotto i 20 kW di potenza L. 133/99, "l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza elettrica non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi di officina elettrica e l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali sull'energia elettrica". Tale agevolazione non si applica agli impianti sopra i 20 kW.</p> <p>(art. 10 c. 6 DM 28/7/05) Resta fermo il diritto al beneficio della riduzione dell'imposta sul valore aggiunto per gli impianti facenti uso di energia solare per la produzione di calore o energia, di cui al decreto del Presidente della Repubblica 26 ottobre 1972, n. 633, e al decreto del Ministro delle finanze 29 dicembre 1999.</p>

Il fotovoltaico
<p style="text-align: center;"><b>Conto energia</b></p> <p>La prima fase di applicazione (19 settembre 2005-31 marzo 2006) si è conclusa con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-12.433 progetti (388 MW) ammessi agli incentivi <ul style="list-style-type: none"> <li>12281 impianti di potenza inferiore ai 50 kW per 288,6 MW</li> <li>152 impianti di potenza superiore ai 50 kW 99,6 MW</li> </ul> </li> <li>- in esercizio: 3740 impianti di potenza inferiore ai 50 kW per 31,3 MW</li> <li>23 impianti di potenza superiore ai 50 kW per 10,4 MW</li> </ul>

## **Il fotovoltaico**

### **Nuovo conto energia**

**D.M. 9 febbraio 2007**

Il decreto 19 febbraio 2007 prevede, in particolare, che:

- possano beneficiare del sistema di incentivazione le persone fisiche, le persone giuridiche, i soggetti pubblici e i condomini di unità abitative e/o di edifici;
- sia ammessa all'incentivazione la produzione di energia elettrica da impianti di potenza > 1 kWp (non esiste, quindi, un limite di potenza superiore) connessi alle reti elettriche e che siano entrati in esercizio dalla data di entrata in vigore della deliberazione dell'Autorità prevista dal decreto ministeriale (entro 60 giorni dall'emanazione del decreto) regolante le modalità di attuazione del medesimo decreto (deliberazione n. 90/07 adottata in data 11 aprile 2007) e che abbiano presentato richiesta a valle dell'adozione della deliberazione dell'Autorità;

## **Il fotovoltaico**

### **Nuovo conto energia**

**D.M. 9 febbraio 2007**

Il decreto 19 febbraio 2007 prevede, in particolare, che:

- possa beneficiare del nuovo schema di incentivazione anche l'energia elettrica prodotta da impianti realizzati tra l'1 ottobre 2005 e la data di entrata in vigore della deliberazione n. 90/07 (vale a dire l'11 aprile 2007), purché la medesima produzione non abbia usufruito delle incentivazioni di cui ai decreti 28 luglio 2005 e 6 febbraio 2006 e purché venga presentata richiesta di ammissione agli incentivi entro i successivi 90 giorni dall'adozione della predetta deliberazione dell'Autorità;
- sia ammessa all'incentivo anche la produzione derivante da interventi di potenziamento (almeno di entità pari ad 1 kWp) di impianti esistenti e in esercizio da almeno due anni;
- per la realizzazione degli impianti possano essere utilizzati unicamente componenti di nuova costruzione o comunque non già impiegati in altri impianti;

Il fotovoltaico				
<p align="center"><b>Nuovo conto energia</b> <b>D.M. 9 febbraio 2007</b></p> <p>Il decreto 19 febbraio 2007 prevede, in particolare, che:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gli impianti siano classificati secondo le seguenti categorie:</li> </ul>				
TIPOLOGIE DI IMPIANTO				
	Potenza (kW)	Impianto non integrato	Impianto parzialmente integrato	Impianto con integrazione architettonica
A)	$1 \leq P \leq 3$	Impianto fotovoltaico non integrato è l'impianto con moduli ubicati al suolo, ovvero con moduli collocati, con modalità diverse dalle tipologie di cui agli allegati 2 e 3, sugli elementi di arredo urbano e viario, sulle superfici esterne degli involucri di edifici, di fabbricati e strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione.	Impianto fotovoltaico parzialmente integrato è l'impianto i cui moduli sono posizionati, secondo le tipologie elencate in allegato 2, su elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione.	Impianto fotovoltaico con integrazione architettonica è l'impianto fotovoltaico i cui moduli sono integrati, secondo le tipologie elencate in allegato 3, in elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione.
B)	$3 < P \leq 20$			
C)	$P > 20$			

Il fotovoltaico				
<p align="center"><b>Nuovo conto energia</b> <b>D.M. 9 febbraio 2007</b></p> <p>Il decreto 19 febbraio 2007 prevede, in particolare, che:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• incentivi</li> </ul> <p>Tali incentivi sono incrementati del 5% per impianti fotovoltaici:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ricadenti nelle righe B) e C), colonna 1, della tabella, i cui soggetti autoproduttori (consumo del 70% della produzione);</li> <li>il cui soggetto responsabile è una scuola pubblica o paritaria di qualunque ordine e grado o una struttura sanitaria pubblica;</li> <li>integrati in superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di destinazione agricola, in sostituzione di coperture in eternit o comunque contenenti amianto;</li> <li>i cui soggetti responsabili sono enti locali con popolazione residente inferiore a 5.000 abitanti sulla base dell'ultimo censimento Istat.</li> </ol>				
AMMONTARE DEGLI INCENTIVI (€/kWh)				
	Potenza (kW)	Impianto non integrato	Impianto parzialmente integrato	Impianto con integrazione architettonica
A)	$1 \leq P \leq 3$	0,40	0,44	0,49
B)	$3 < P \leq 20$	0,38	0,38	0,46
C)	$P > 20$	0,36	0,36	0,44

## **Il fotovoltaico**

### **Nuovo conto energia**

**D.M. 9 febbraio 2007**

Il decreto 19 febbraio 2007 prevede, in particolare, che:

- i predetti livelli di incentivo si applichino agli impianti entrati in esercizio tra la data successiva all'emanazione della deliberazione n. 90/07 e il 31 dicembre 2008 (dopo di che vengono ridotti del 2% per ciascun anno fino al 31 dicembre 2010), siano corrisposti per 20 anni e rimangano costanti negli anni, senza quindi essere aggiornati con il tasso d'inflazione;
- per impianti che operano in regime di scambio sul posto, il livello di incentivo possa essere aumentato del 50% della percentuale di riduzione del fabbisogno di energia primaria (fino ad un massimo del 30% del valore iniziale dell'incentivo) conseguita e dimostrata mediante produzione di attestato di certificazione energetica conforme alle disposizioni di cui al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, come successivamente modificato e integrato;
- il limite massimo di potenza incentivabile sia pari a 1.200 MW (obiettivo finale di 3.000 MW da perseguire anche con successive modifiche al decreto 19 febbraio 2007).

## **Il fotovoltaico**

### **Nuovo conto energia**

**D.M. 9 febbraio 2007**

Cumulabilità:

- incentivi non cumulabili con certificati verdi e titoli di efficienza energetica
- non applicabili all'elettricità prodotta per il rispetto del D. Lgs. 192/05 o L. 296/06 (finanziaria) entrati in esercizio dopo il 31 dicembre 2010
- non applicabili all'elettricità prodotta da impianti per i quali sia stata riconosciuta o richiesta la detrazione fiscale di cui alla L. 289/02
- resta valido per solare termico e fotovoltaico il diritto alla riduzione dell'imposta sul valore aggiunto

## Il fotovoltaico

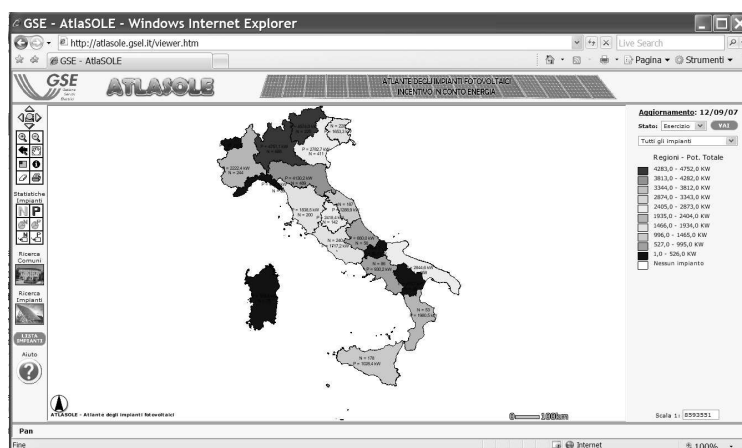
### Nuovo conto energia

La seconda fase di applicazione vede:

- in esercizio: 1218 impianti di potenza inferiore ai 50 kW per 5,3 MW
- 5 impianti di potenza superiore ai 50 kW per 0,5 MW

## Il fotovoltaico

### Conto energia



## Il fotovoltaico

### Conto energia

