



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Corso di Laurea Triennale in
Ingegneria per l' Ambiente ed il Territorio
(Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Materiali e della Produzione Industriale)

Elaborato di laurea

ENERGIE RINNOVABILI: TECNICHE DI IMMAGAZZINAMENTO DI ENERGIA SOLARE

Relatore:

Bruno de Gennaro

Candidato:

Piermodesto Caputo

MATR. N49/266



Obiettivo dell'elaborato



Il fotovoltaico

- Le tecnologie di fotovoltaico



Il solare termodinamico

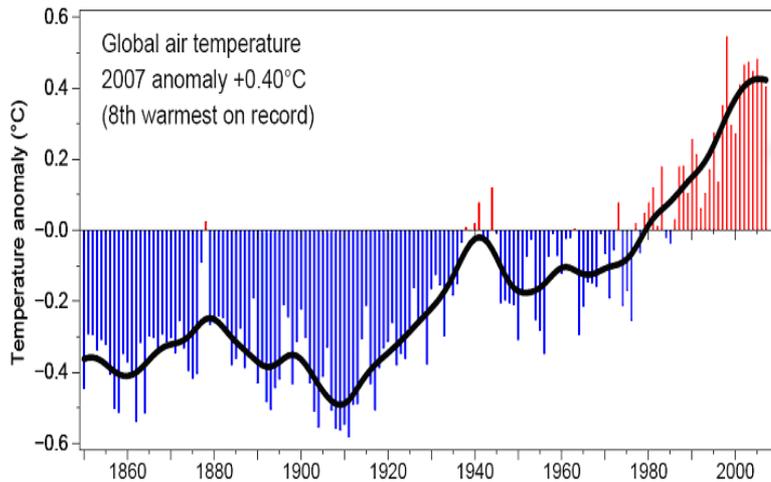
- Le tipologie di impianto



Confronto tra le tecnologie

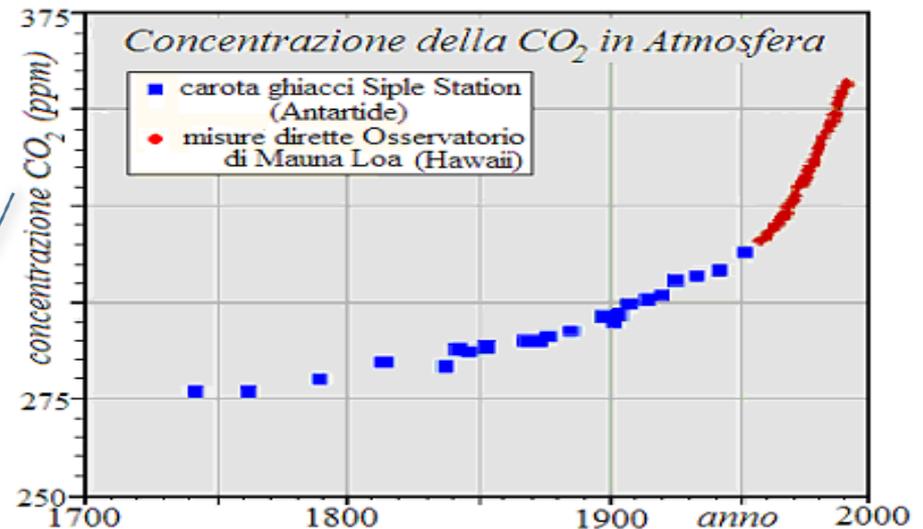
- Caso studio

Le conseguenze del CO₂



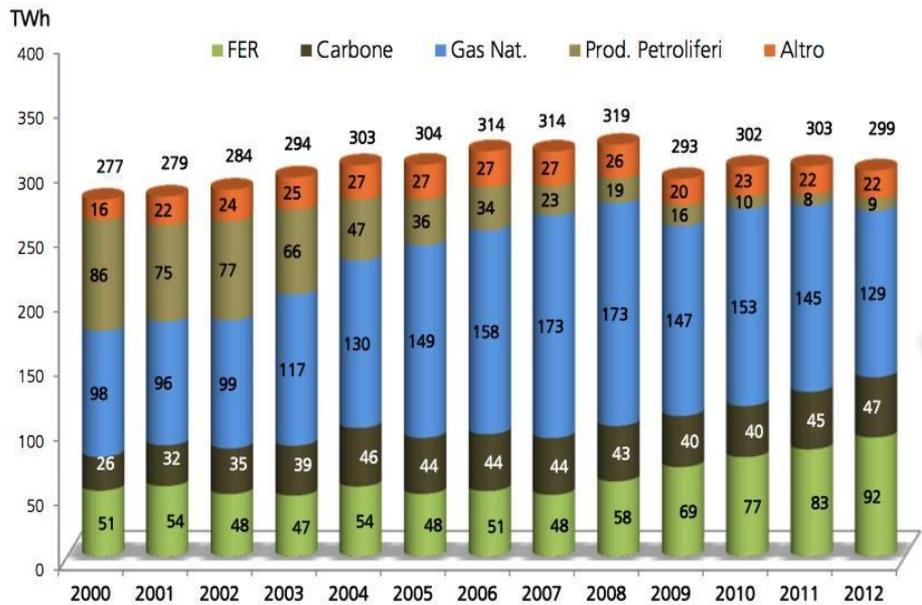
I combustibili fossili sono la causa dell'aumento di temperatura globale.

C'è una correlazione tra l'aumento di temperatura e le emissioni di CO₂



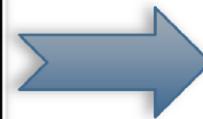
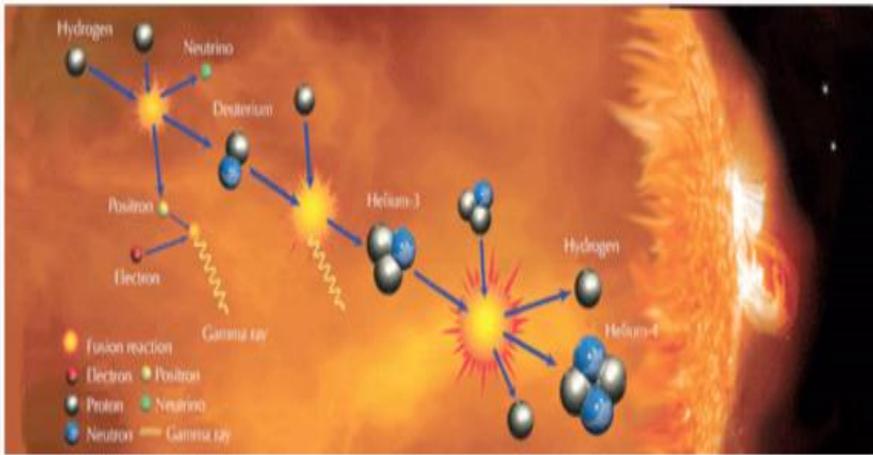
La sostenibilità: il cuore dello sviluppo

Al protocollo di Kyoto, contro le emissioni di CO₂

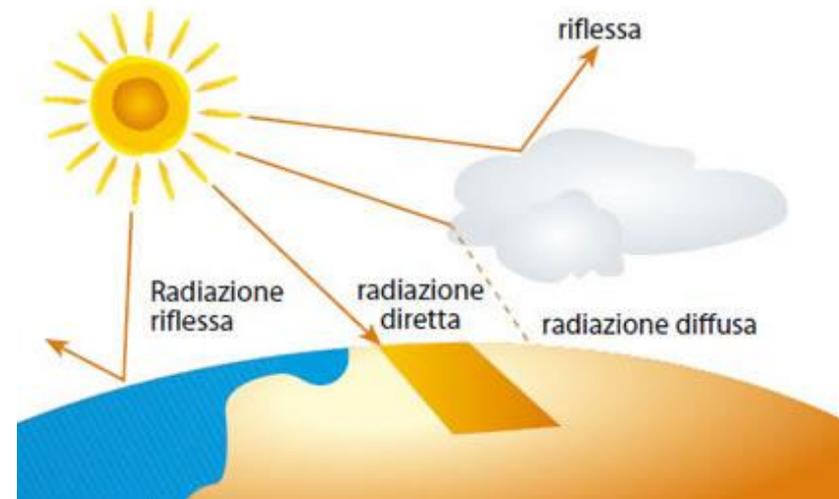


L' Italia, così come il resto del mondo, rispose con un aumento della produzione di energia tramite fonti rinnovabili.

La radiazione solare

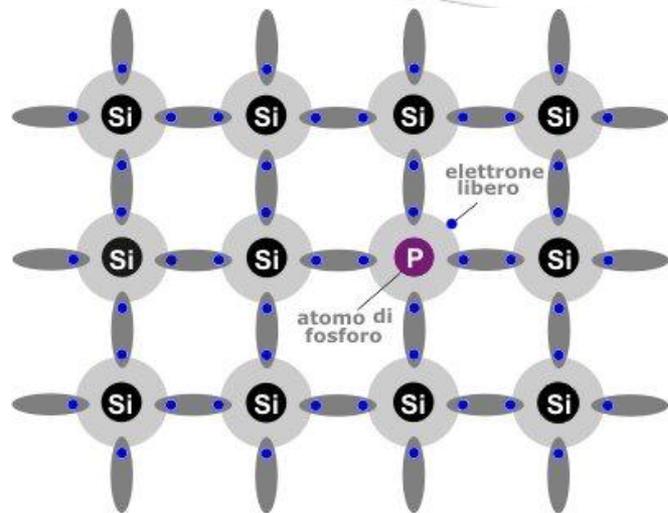


Il processo di fusione
irradia energia nello spazio

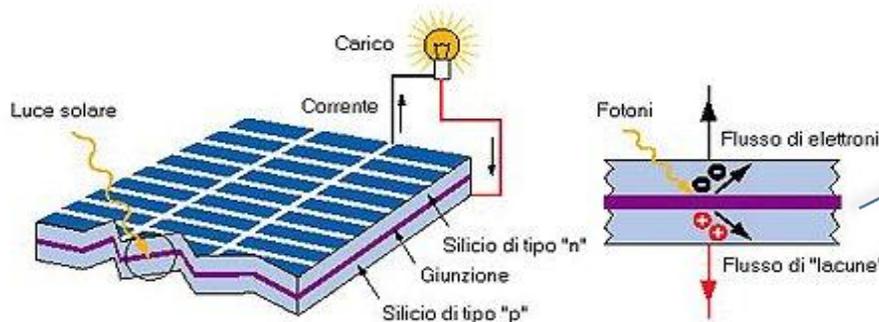
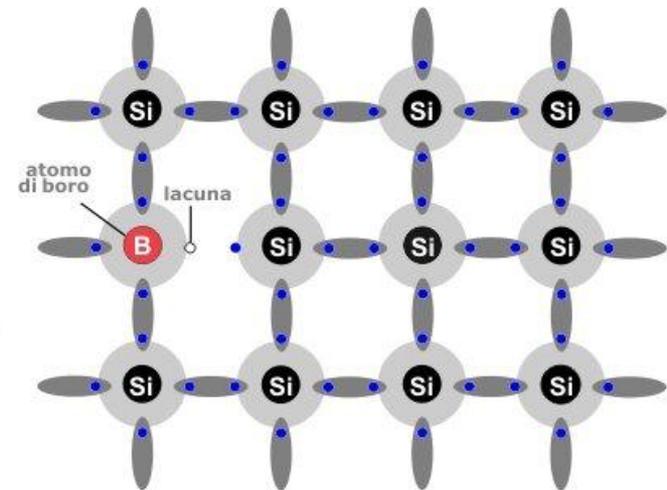


Il valore medio dei tre contributi
costituisce il parametro portante
per la progettazione di impianti
solari

L'effetto fotovoltaico



La giunzione p-n, sovrapposizione del silicio di tipo p e di tipo n, creerà un diodo che indirizza gli elettroni e le lacune generate dal fascio luminoso



Il risultato che si ottiene è la generazione di elettricità sottoforma di corrente continua

Celle di prima generazione



Celle al silicio monocristallino;

- Cristalli singolo di silicio
- Buona attitudine alla lavorazione e drogaggio
- Efficienza 14-17%
- Tecnica *Czochralski*

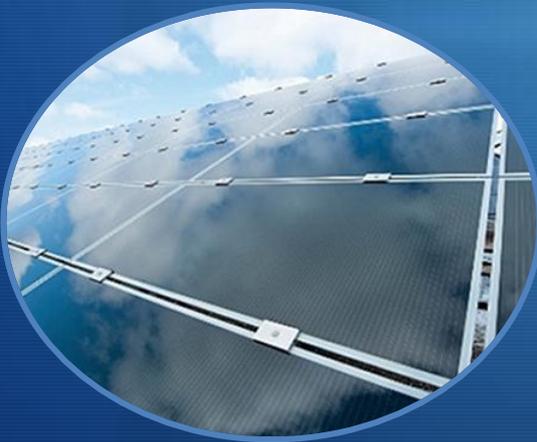
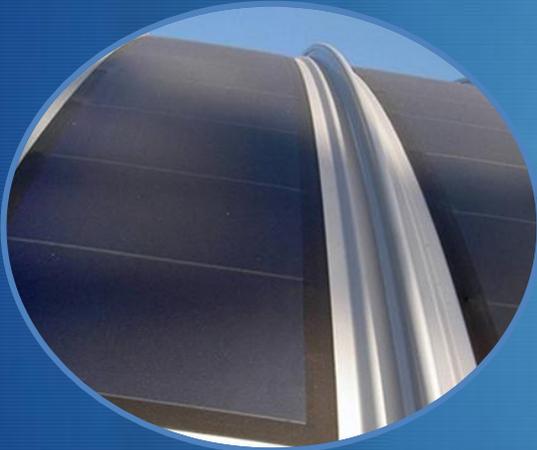


Celle al silicio policristallino

- Efficienza 14-16%
- Wacker ingot facturing process
- Minor costo dovuto al processo produttivo ed all'utilizzo di materiali di scarto
- Minor efficienza dovuta alla formazione di bordi di grano

Celle di seconda generazione

Queste consistono in sottili strati di semiconduttori, applicati ad un substrato di un altro materiale.



Celle al silicio amorfo

- Struttura non cristallina
- efficienza minore del cristallino
- *Plasma enhanced chemical vapor deposition*
- Instabilità

Celle a CIGS

- Adatte ad intensità di radiazione variabile
- Ottenuta da una sovrapposizione di strati
- Efficienza del 15%

Celle al CdTe

- Cadmio e tellurio sono i materiali di scarto dell'estrazioni di materiali ferrosi
- Efficienza 10%
- Tossicità e difficoltà di smaltimento e riciclaggio

Le celle di terza generazione

L'obiettivo delle celle di terza generazione è il raggiungimento della grid parity.

Celle a concentrazione solare;
L'obiettivo principale è quello di sostituire il
“costoso” silicio con delle ottiche solari.

Sistema point focus

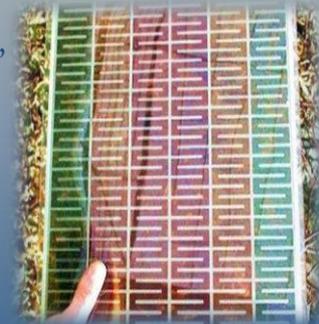
Sistema line focus

Sistema Dense array

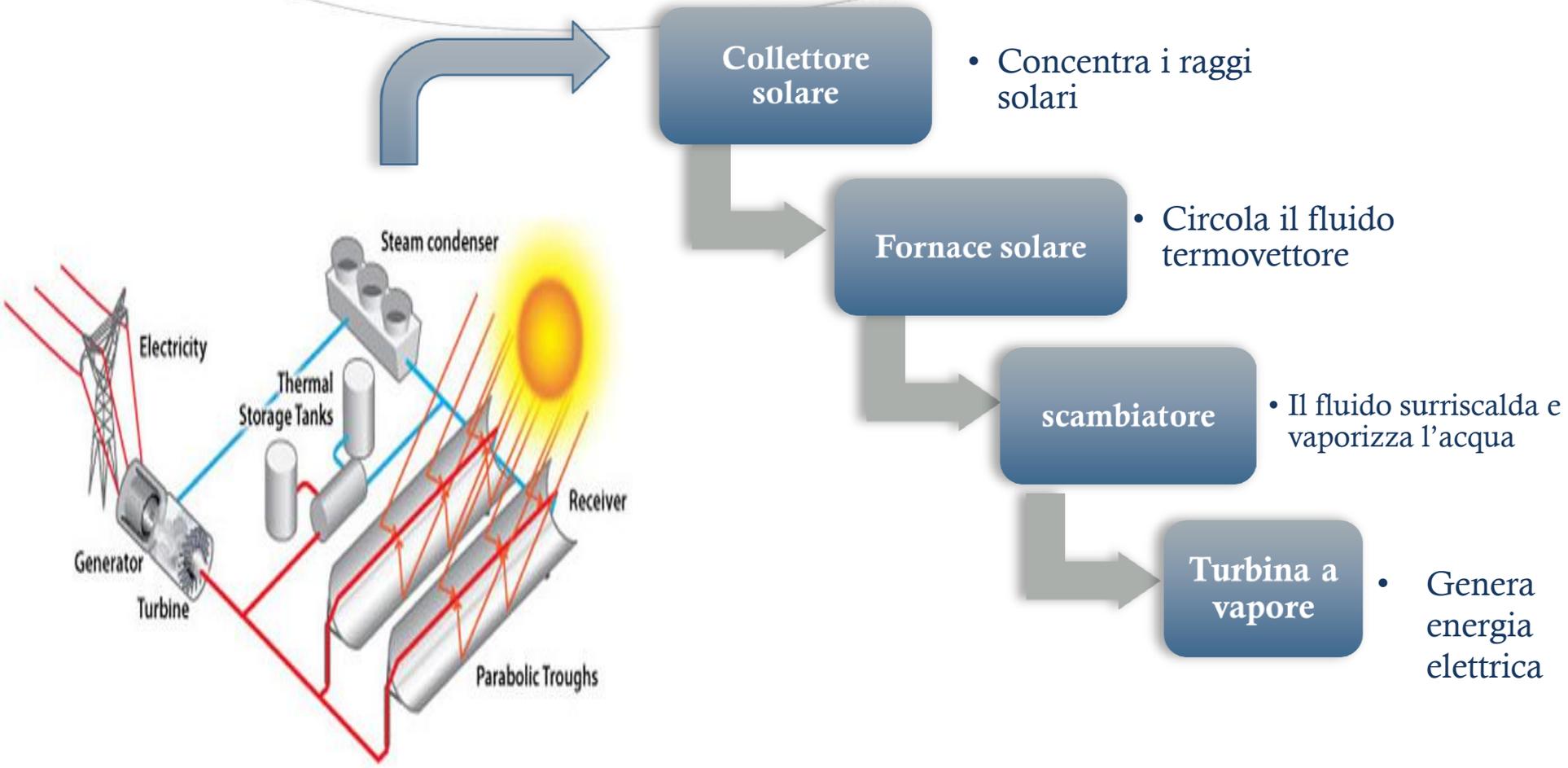
Celle di Grätzel;
dal nome del professore dell'Epfl di
Losanna che riuscì a introdurre questo
nuovo concetto di cella solare



Questa soluzione utilizza un
elettrolita, uno strato di titanio,
e un colorante (dye) di rutenio
racchiusi da due substrati di
vetro, metallo o polimerici. Il
colorante eccitato dalla luce
trasferisce elettroni al titanio
che li assorbe generando una
corrente elettrica

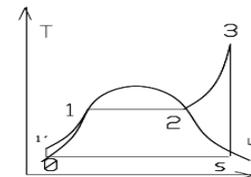


CSP (Concentrated Solar Power)



Le tipologie di impianto a concentrazione

Il ciclo termodinamico di riferimento è il ciclo Hirn.



Il sistema a torre centrale

- Pannelli riflettenti piani (eliostati)
- Unico ricevitore centrale
- Temperatura max fluido: 500°C



Collettore a disco parabolico

- Pannello riflettente di forma parabolica, con ricevitore proprio
- Temperatura 750°C
- Non è possibile accumulo termico



Collettore parabolico lineare

- Concentratore lineare a profilo parabolico
- Il fluido fluisce all'interno del collettore
- Temperatura max 390 °C
- Sperimentazione con collettore lineare Fresnel

Confronto tra le tecnologie

TERMODINAMICO ANDASOL 3 (GUADIX)			FOTOVOLTAICO SILICIO 2 ASSI (GUADIX)		
Insolazione diretta			Insolazione globale		
Wh/m2/giorno	6.040	$6.040 * 365 / 1.000$	kWh/m2/anno	3.010	
kWh/m2/anno	2.205				
Superficie captante			Superficie captante		
m2	497.040		m2	497.040	
Insolazione diretta impianto			Insolazione globale impianto		
GWh/anno	1.096	$497.040 * 2.205 / 1.000.000$	GWh/anno	1.496	$497.040 * 3.010 / 1.000.000$
Produzione elettrica lorda			Produzione elettrica lorda		
GWh/anno	168,0		kWh/kWp	2.230	
			GWh/anno	153,9	$497.040 / 7,2 * 2.230 / 1.000.000$
Efficienza lorda			Efficienza lorda		
	15,3%	$168 / 1.096 * 100$		10,3%	$153,9 / 1.496 * 100$
Efficienza su insolazione globale			Termodinamico / Fotovoltaico		
	11,2%	$15,3% * 73,2%$	Insolazione	73,2%	$2.205 / 3.010 * 100$
			Produzione	109,1%	$168 / 153,9 * 100$

luca_p@gmx.com - <http://dataenergia.altavista.org>



In un clima così secco ed arido, la percentuale di insolazione diretta è prossima alla globale e la produzione elettrica lorda del solare termodinamico prevale sul fotovoltaico.

Confronto tra le tecnologie

TERMODINAMICO ANDASOL 3 (LONDRA)		
Insolazione diretta		
<u>Wh/m2/giorno</u>	2.630	
<u>kWh/m2/anno</u>	960	$2.630 * 365 / 1.000$
Superficie captante		
m2	497.040	
Insolazione diretta impianto		
<u>GWh/anno</u>	477	$497.040 * 960 / 1.000.000$
Produzione elettrica lorda		
<u>GWh/anno</u>	73,2	$477 * 15,3\%$
Efficienza lorda		
	15,3%	
Efficienza su insolazione globale		
	9,1%	$15,3\% * 59,3\%$

FOTOVOLTAICO SILICIO 2 ASSI (LONDRA)		
Insolazione globale		
<u>kWh/m2/anno</u>	1.620	
Superficie captante		
m2	497.040	
Insolazione globale impianto		
<u>GWh/anno</u>	805	$497.040 * 1.620 / 1.000.000$
Produzione elettrica lorda		
<u>kWh/kWp</u>	1.260	
<u>GWh/anno</u>	87,0	$497.040 / 7,2 * 1.260 / 1.000.000$
Efficienza lorda		
	10,8%	$87 / 805 * 100$
Termodinamico / Fotovoltaico		
Insolazione	59,3%	$960 / 1.620 * 100$
Produzione	84,1%	$73,2 / 87 * 100$



Si può subito notare come i valori di insolazione siano molto inferiori rispetto al precedente caso, ma se quello relativo al fotovoltaico è calato del 46,2%, quello del termodinamico è calato del 56,5%. In queste condizioni la produzione fotovoltaica prevale nettamente su quella termodinamica.

Conclusioni

Si conclude quindi che il fotovoltaico, nonostante l'impossibilità di accumulo di energia ed la minor efficienza rispetto al termodinamico, ha avuto una maggiore diffusione.

Resta comunque di particolare interesse l'idea del **Prof. Rubbia** di utilizzare il solare termodinamico come sfruttamento di zone desertiche.

