



# Monitoraggio e misure meteosolari a Tor Vergata

**Cristina Cornaro**

Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa  
Università degli Studi di Roma Tor Vergata  
Via del Politecnico – 00133 ROMA  
e-mail: [cornaro@uniroma2.it](mailto:cornaro@uniroma2.it)



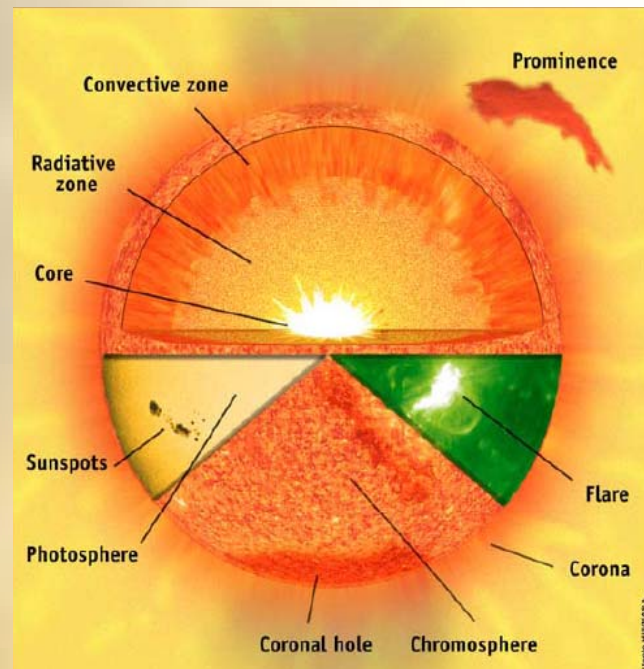


## La sorgente primaria di energia

**Il Sole** è la sorgente primaria di energia per il nostro pianeta.

Il suo diametro è  $D = 1.39 \times 10^6$  km e la sua massa  $M = 1.989 \times 10^{30}$  kg ed è costituito per 1/3 da He e per 2/3 da H.

### Struttura del Sole



Fotosfera  $T_f \approx 6000$  K

Cromosfera  $T_{cr} \approx 150000$  K

Corona  $T_c \approx 1500000$  K

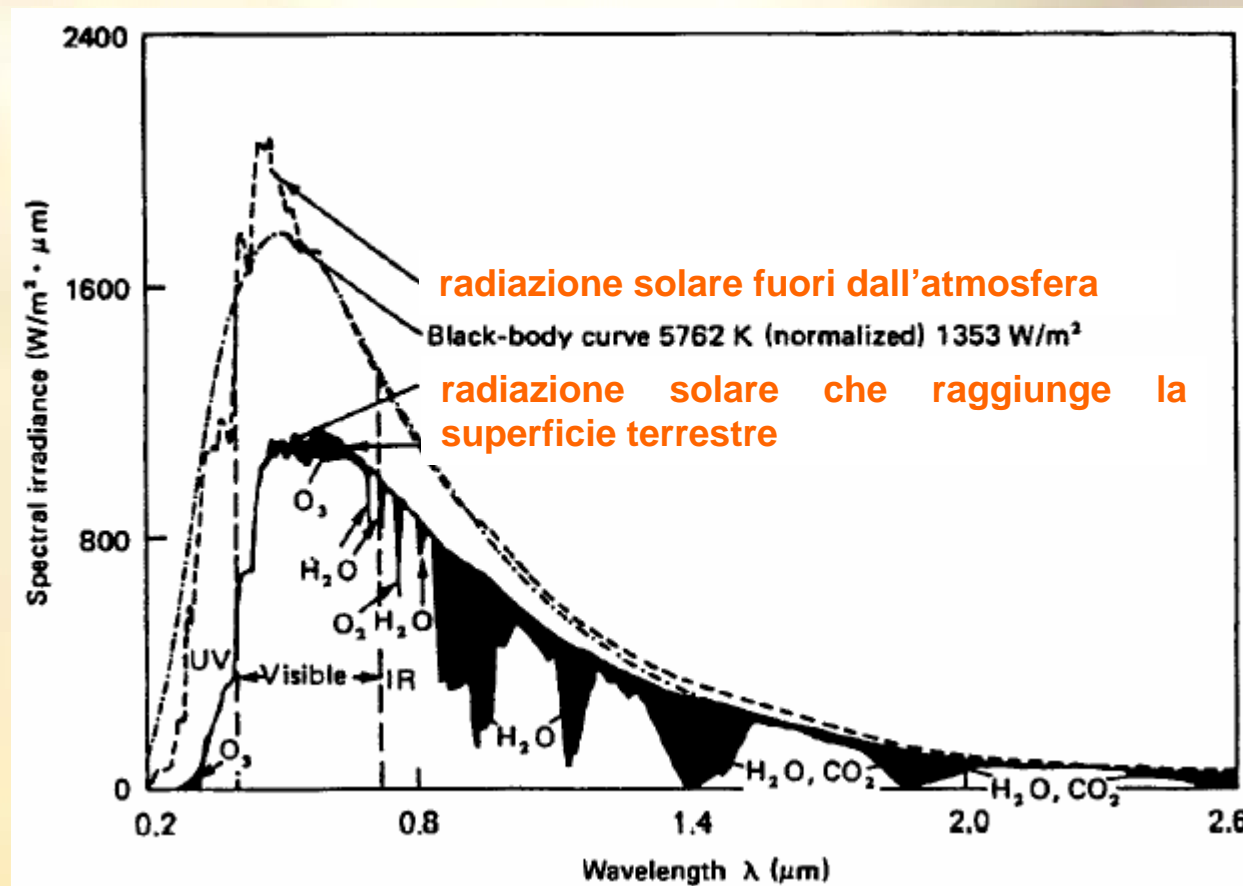
**Potenza emessa dal sole**

$$P = 3.88 \times 10^{26} \text{ W}$$



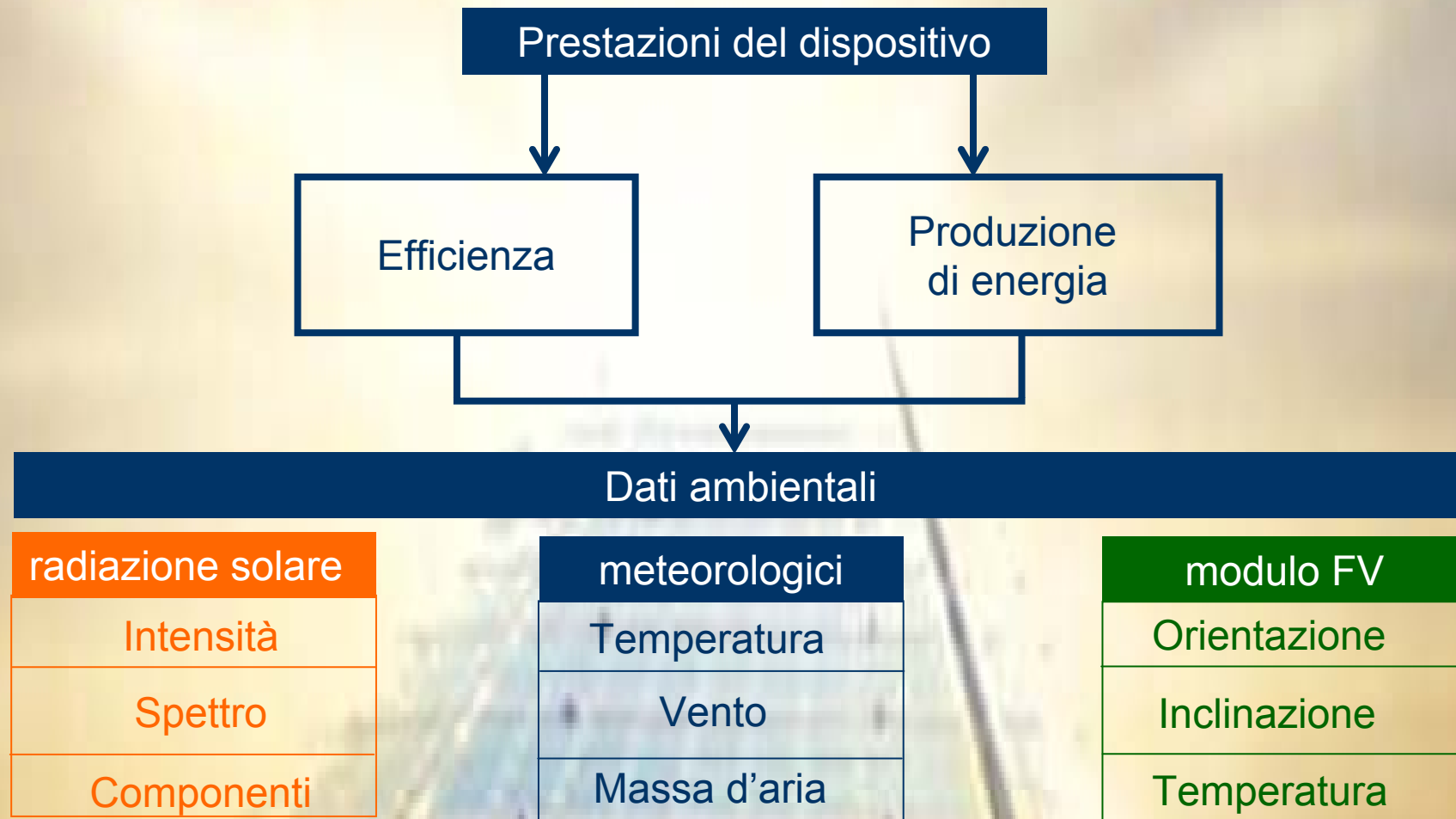


## Intensità e spettro della radiazione solare





## Quali informazioni servono se si vuole monitorare un dispositivo fotovoltaico ?

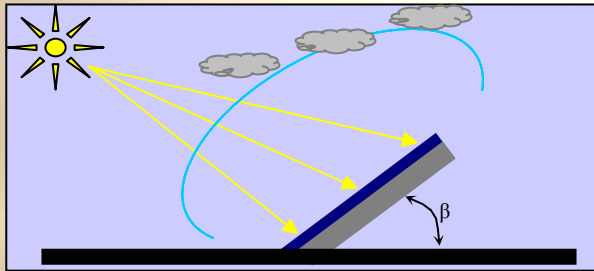




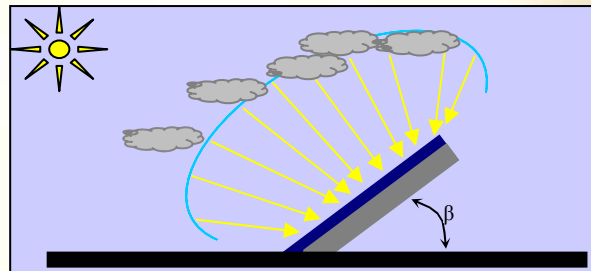
## Le componenti della radiazione solare

La radiazione solare totale che incide su di una superficie inclinata rispetto all'orizzontale è data dalla somma di tre componenti:

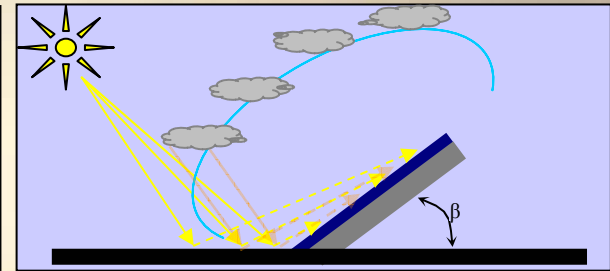
Radiazione diretta (I)



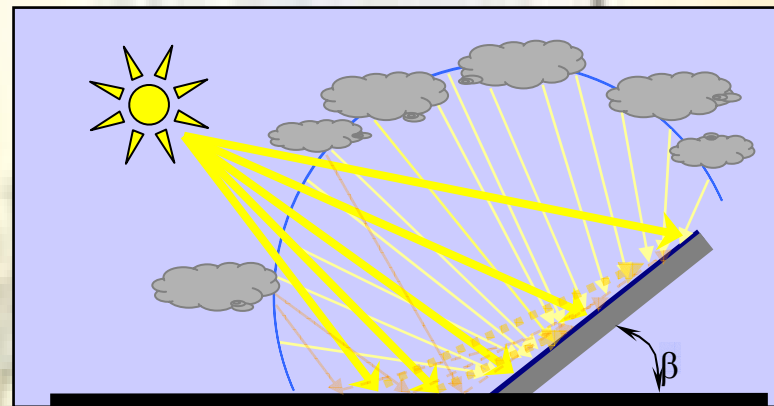
Radiazione diffusa (D)



Radiazione riflessa (R)



$I + D + R$





## **ESTER**

### **Energia Solare TEst e Ricerca**

ESTER nasce dall'esigenza di creare un punto di riferimento per le prove e i test su dispositivi di conversione dell'energia solare in reali condizioni di esercizio.

La struttura ha lo scopo di fornire un ambiente di prova altamente qualificato per effettuare test di stabilità ed efficienza di celle e moduli tradizionali e di III generazione.

ESTER può essere un valido supporto per progettisti e produttori fornendo test in condizioni ambientali controllate.





## La struttura "ESTER"

Stazione Meteosolare

Stazione di  
monitoraggio  
STAND 1

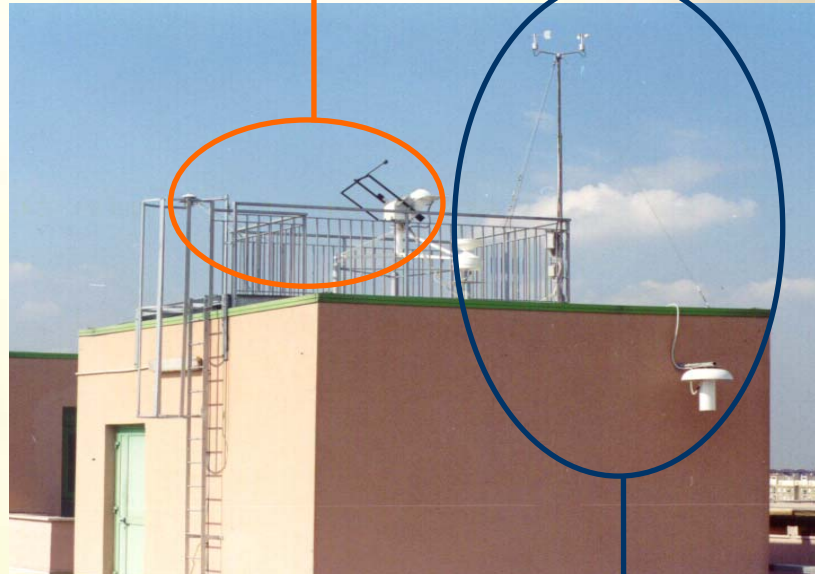
Stazione di  
monitoraggio  
STAND 2





## La stazione meteosolare

Unità solare



Unità meteo







## A cosa serve la stazione meteosolare ?

Fornisce dati meteorologici locali ed informazioni accurate sull'irraggiamento solare locale.

Dati **meteo** e **solari** sono utili per:

- \* **Progettare impianti solari termici e fotovoltaici**
- \* **Ottimizzare e studiare sistemi di captazione solare innovativi**
- \* **Fare modelli per prevedere l'irraggiamento solare al suolo**
- \* **Progettare edifici bioclimatici**





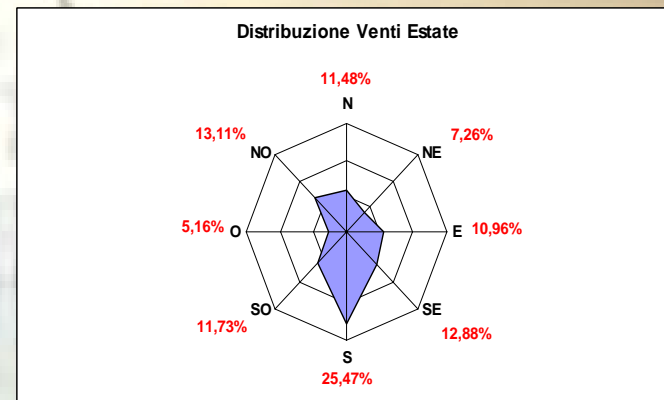
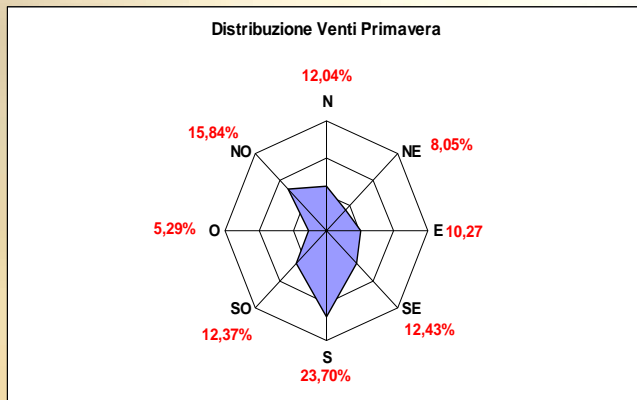
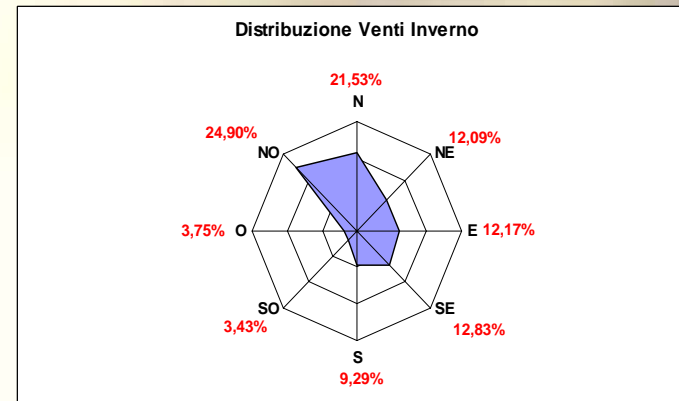
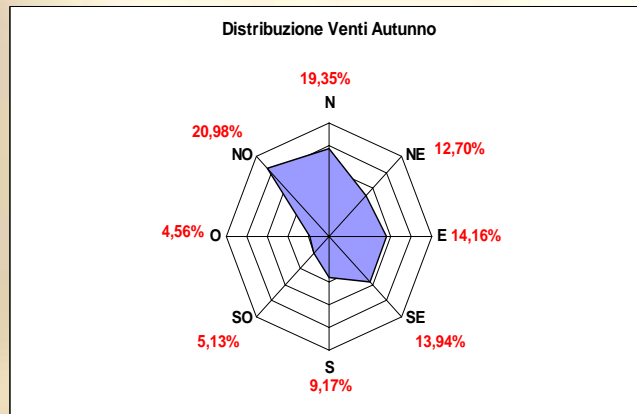
## Dati meteo per il sito di Tor Vergata

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
T (°C)	max min	13.8 -0.8	15.2 1.1	21.8 -0.1	23.7 5.8	29.3 11.0	37.2 13.6	35.9 17.9	34.6 16.4	33.8 13.3	25.3 12.9	22.7 4.8	18.3 2.5
	Avg.	7	8.4	10.9	14.7	19.2	23.4	26.6	24.9	21.9	18.2	12.7	9.8
UR (%)	max min	94.8 33.9	95.1 35.3	96.2 19.6	93.1 21	93.0 25.2	87.7 22.8	87.5 20.4	90.3 26.1	95.7 31.58	96.3 43.92	96.3 40.3	93.9 41.4
	Avg.	73.3	70	69.7	67.6	62.6	56	52.5	61.7	68.7	76.8	76.4	76.5
mm of rain Days of rain		48.3 11	79.4 11	65.1 14	84.1 12	42.1 7	15.1 4	10.1 3	16.3 5	90.5 10	76.8 11	117.3 12	130 14
Wind speed (m/s)	max	11.5	14.9	16.2	16.2	13.6	12.2	11.4	13.9	11.1	11.1	10.2	11.8
	Avg.	2.1	2.5	2.6	2.4	2.5	2.47	2.6	2.5	1.7	1.7	1.9	2.1
Sky cond. (%)	CS	35	25	34	24	41	60	60	46	41	41	30	24
	OS	26	31	19	27	4	2	2	6	21	21	29	37
	PS	39	43	47	49	55	39	39	48	38	38	40	40



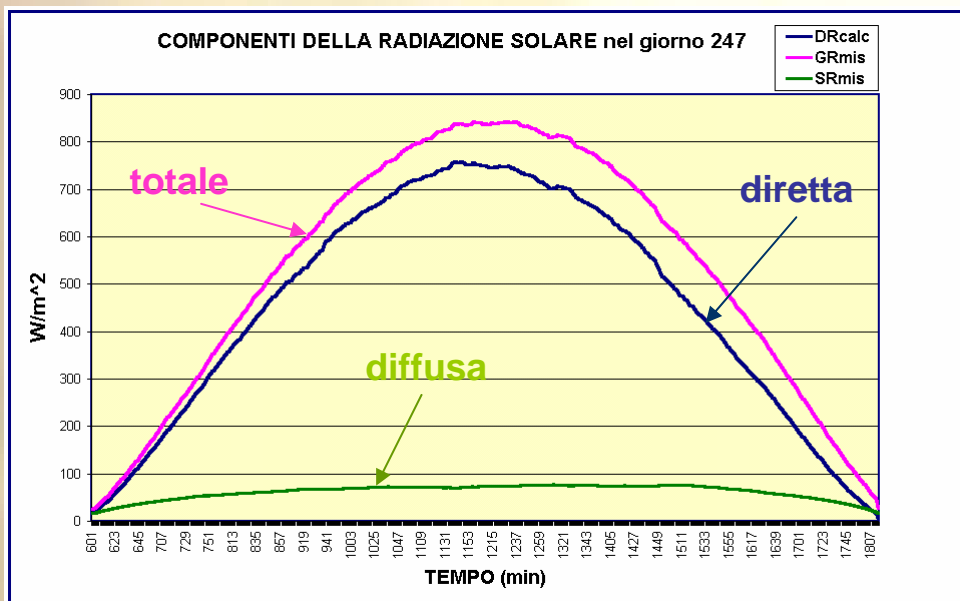


## Direzione stagionale del vento a Tor Vergata



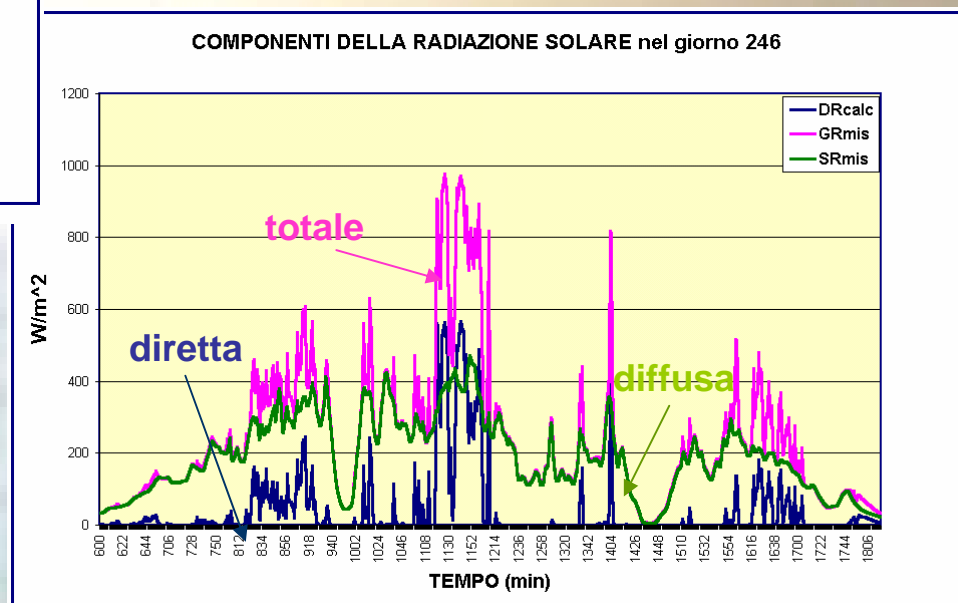


## I dati di radiazione solare



Giornata serena

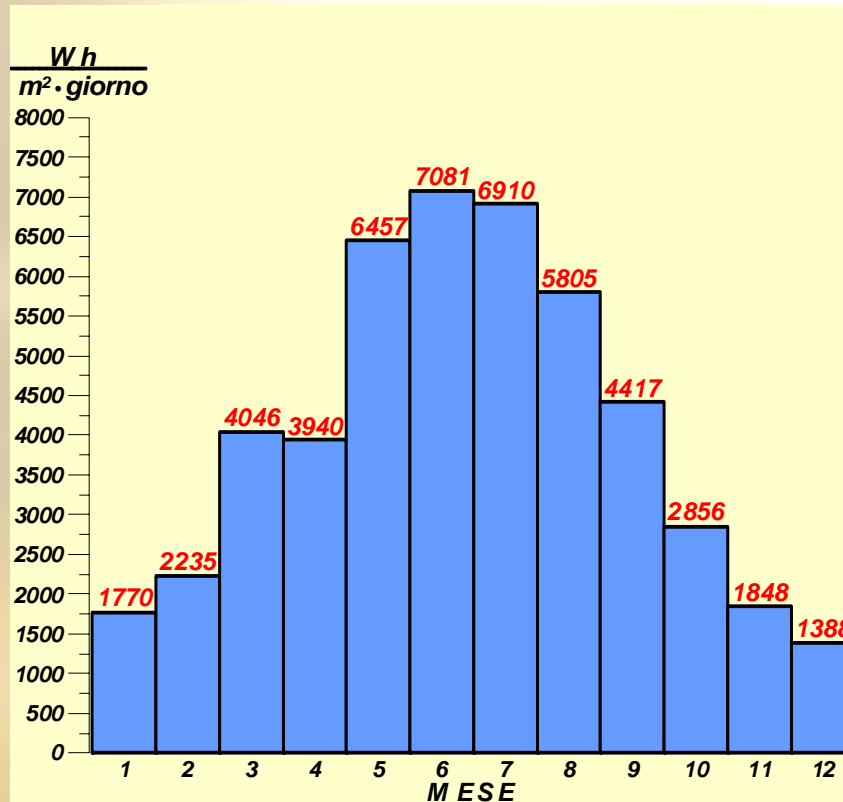
Giornata nuvolosa



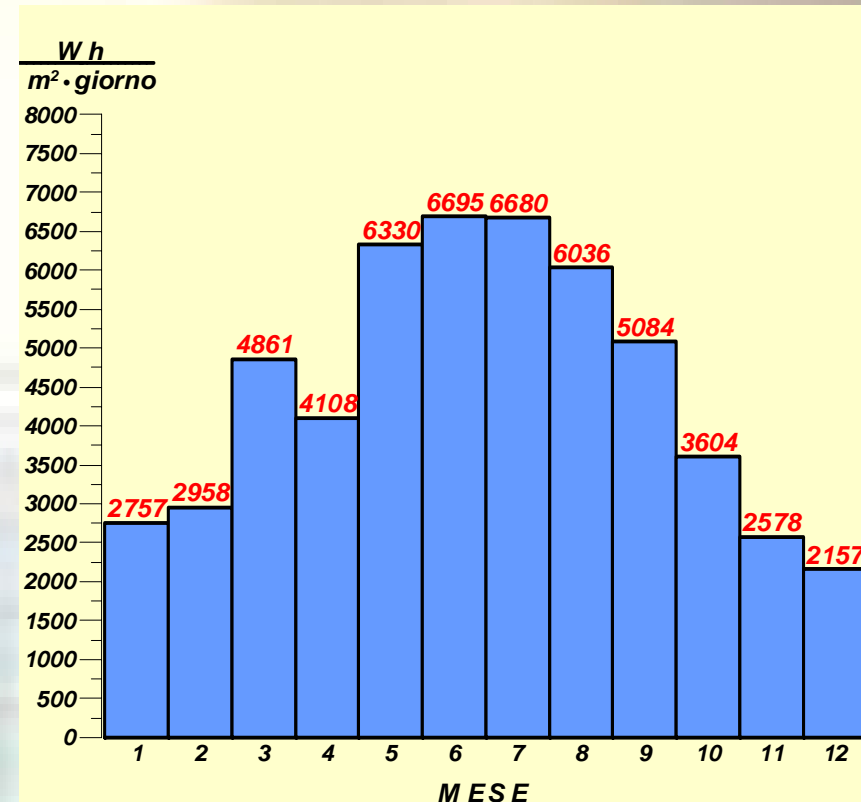


## Irraggiamento solare medio giornaliero per ogni mese dell'anno

Superficie orizzontale



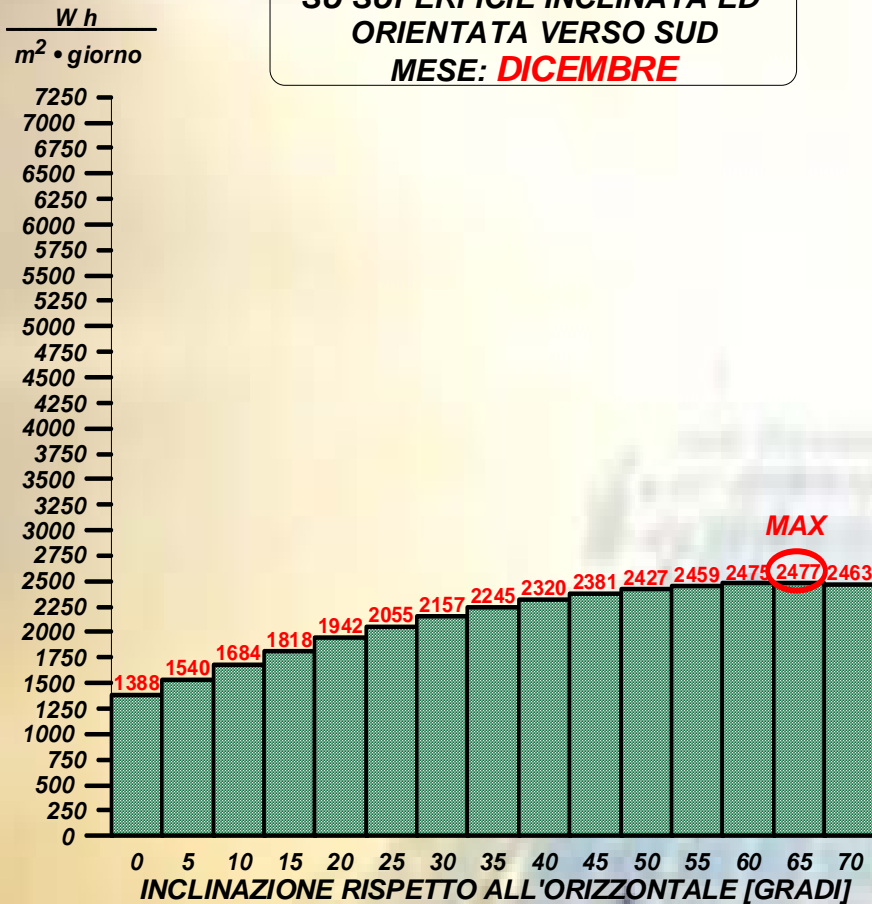
Superficie inclinata di 30° ed orientata verso Sud



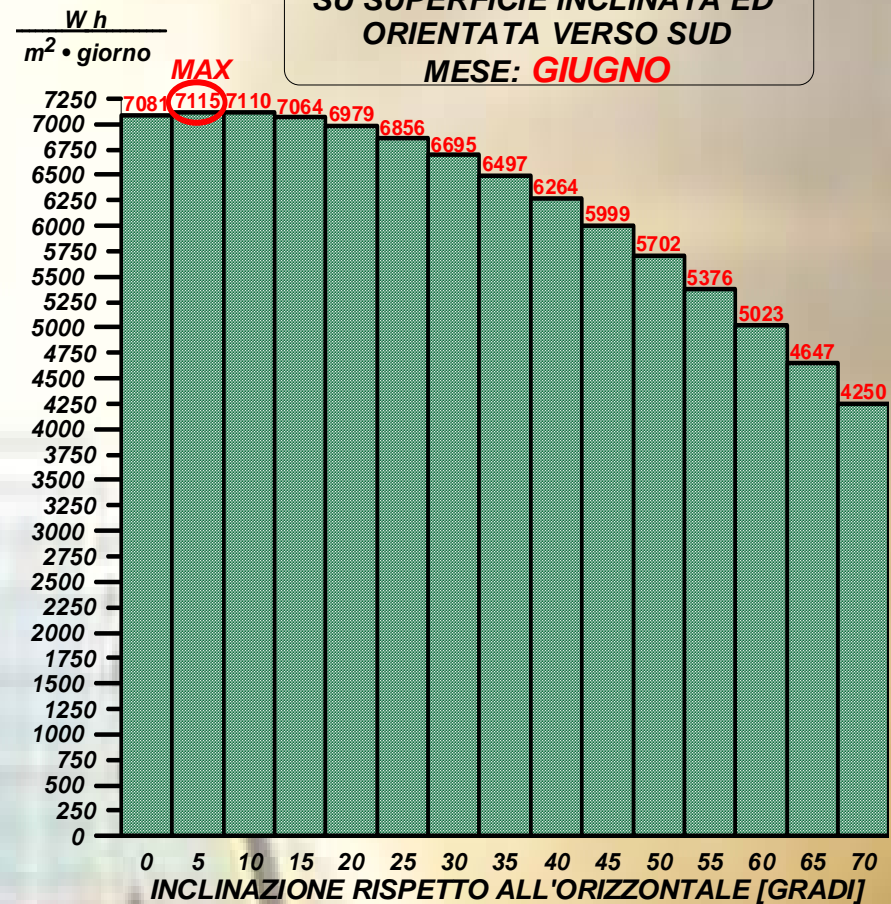


## Dipendenza della radiazione solare dall'inclinazione della superficie ricevente

**RADIAZIONE TOTALE INCIDENTE  
SU SUPERFICIE INCLINATA ED  
ORIENTATA VERSO SUD  
MESE: DICEMBRE**



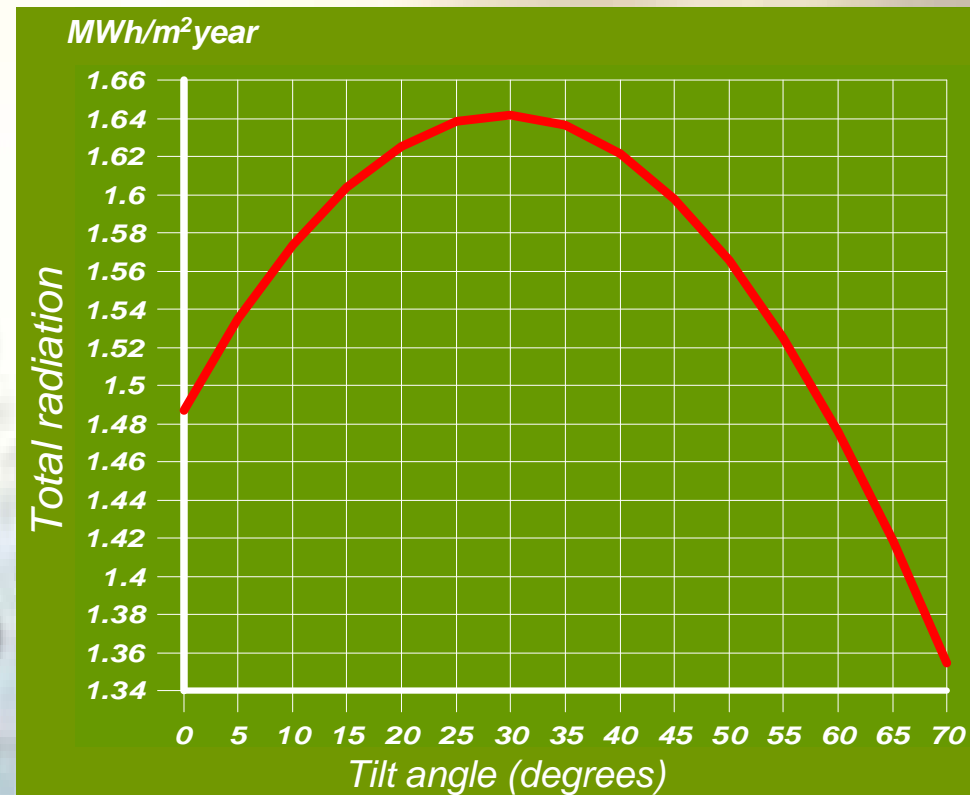
**RADIAZIONE TOTALE INCIDENTE  
SU SUPERFICIE INCLINATA ED  
ORIENTATA VERSO SUD  
MESE: GIUGNO**





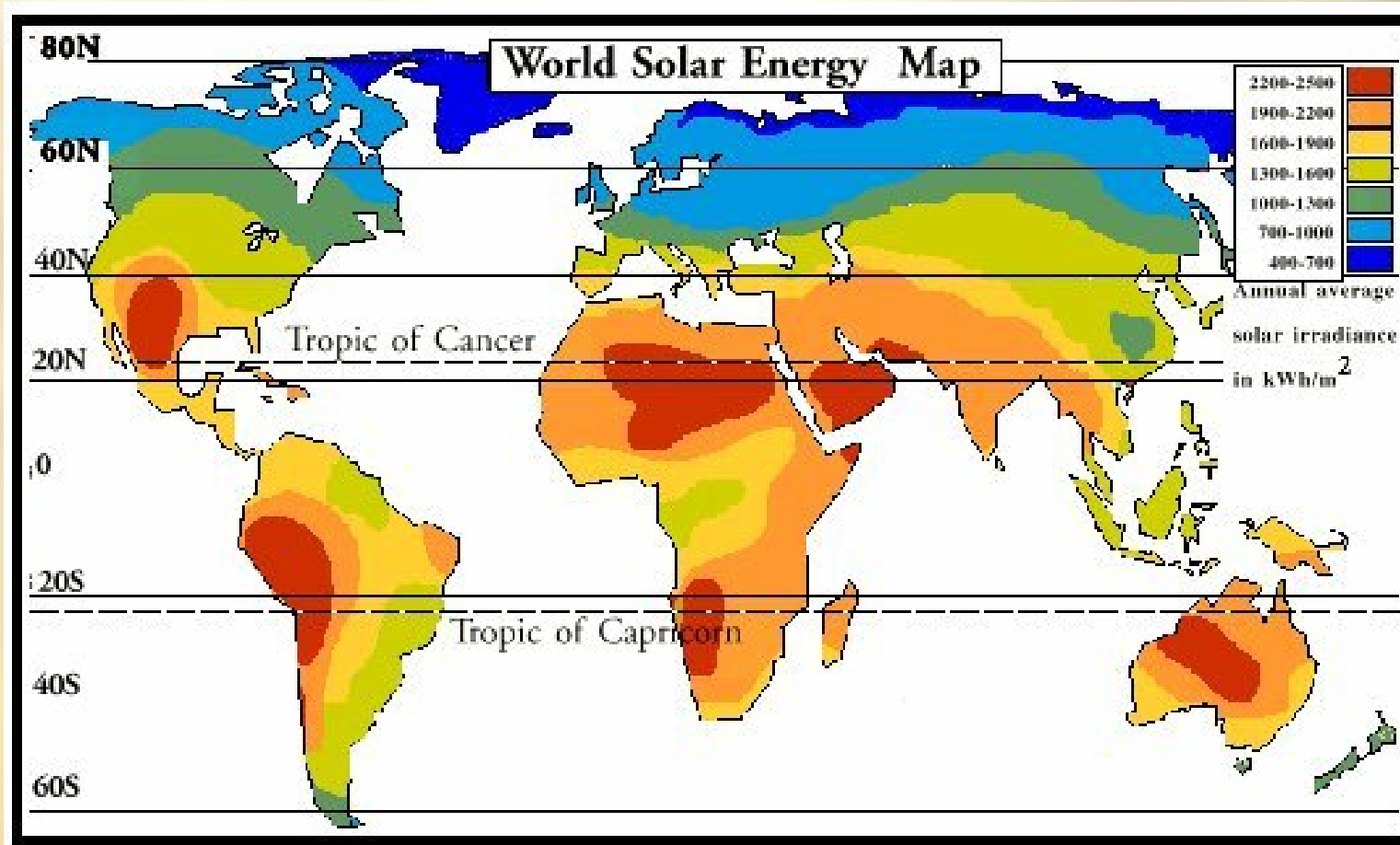
## Disponibilità annuale di energia solare a Tor Vergata

<b>OPTIMAL TILT</b>	<b>Mean tot. Irrad. (MWh/m<sup>2</sup>/year)</b>
0°	1.487
5°	1.535
10°	1.574
15°	1.604
20°	1.626
25°	1.638
30°	1.642
35°	1.636
40°	1.622
45°	1.598
50°	1.566
55°	1.525
60°	1.476
65°	1.419
70°	1.355





## Disponibilità annuale di energia solare nel mondo







## La qualifica dei moduli fotovoltaici (IEC 61215-IEC 61646)

Per poter essere qualificati i moduli devono sostenere una serie di prove di tipo:

### Meccanico

- *Prova di robustezza delle terminazioni*
- *Prova di Svergolamento*
- *Prova di carico meccanico*
- *Prova di grandine*
- *Ispezione visiva*

### Elettrico

- *Misura curva I-V a STC*
- *Verifica dell'isolamento*
- *Misura della NOCT e prestazioni a NOCT*
- *Prova di esposizione Outdoor 60 kWh/m<sup>2</sup>*
- *Prova della correnti di dispersione in ambiente umido*
- *Prova di resistenza a surriscaldamenti localizzati*
- *Prova UV: > 15h a 1 kW/m<sup>2</sup>*

### Termico

- *Prova di resistenza ai surriscaldamenti localizzati*
- *Prove dei cicli termici*
- *Esposizione Umidità*
- *Prova della corrente di disp. in ambiente umido*

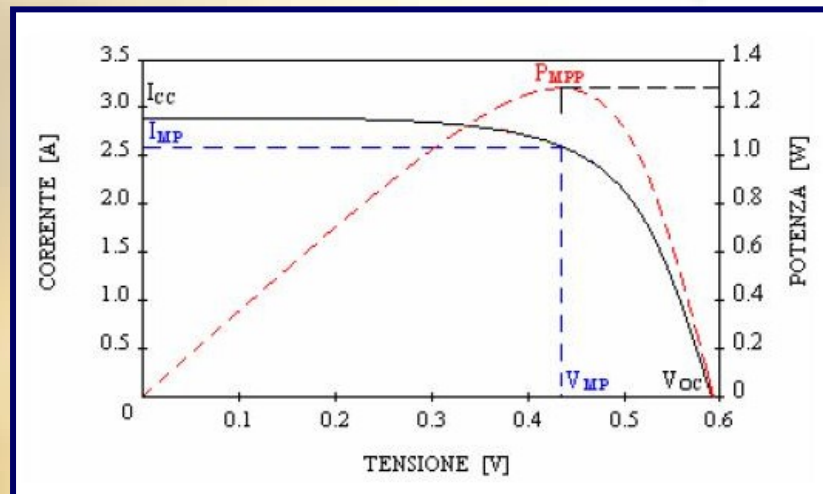




## Cosa significa fare misure in condizioni standard?

STC significa Standard Test Conditions e si riferisce a:

Radiazione solare 1000 W/m<sup>2</sup>  
Temperatura modulo 25°C  
Irradianza spettrale AM 1.5



$$\eta_{mod} = \frac{P_{out}}{I_{tot}} = \frac{P_{nom}}{I_{STC}}$$

$P_{nom}$  è la potenza massima ottenibile dalla curva I-V riferita alle condizioni standard





## **E' sufficiente conoscere le caratteristiche di un modulo in condizioni standard?**

Spesso le informazioni elettriche sul modulo in condizioni standard NON sono sufficienti per la determinazione della resa energetica del dispositivo in quanto esse si discostano dalle condizioni reali di funzionamento e per alcune tecnologie rappresentano una situazione sfavorevole alla produzione di energia (un esempio è il silicio amorfo).

Le prove a medio e lungo termine in condizioni reali e controllate permettono quindi di valutare la effettiva produzione di energia del dispositivo e di stimare la sua producibilità. In un futuro non lontano anche la produzione di energia diventerà un fattore importante per la normativa sul fotovoltaico.





## Stazione monitoraggio moduli fotovoltaici

La struttura può alloggiare fino a 6 moduli fotovoltaici di diversa fabbricazione e tecnologia opportunamente strumentati per poterne confrontare le prestazioni in condizioni reali di esercizio a medio e lungo termine.



Un inseguitore solare permette di alloggiare due moduli per studiarne l'efficienza al variare della posizione del Sole per indagini a breve termine e di effettuare confronti con moduli su stand fisso.

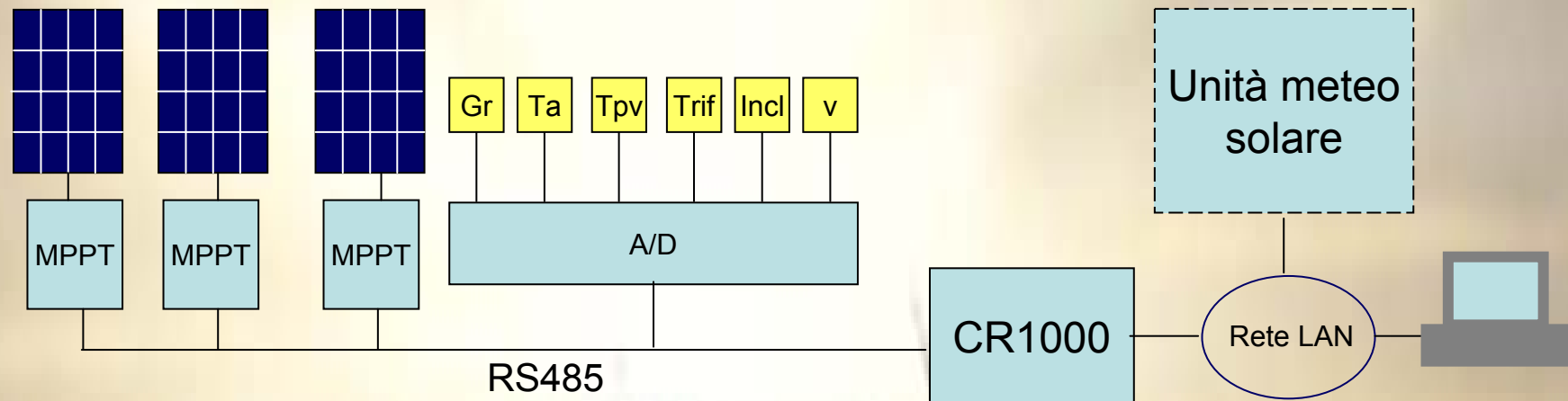
Sarà attrezzato un laboratorio indoor per prove su moduli in condizioni di riferimento "standard".



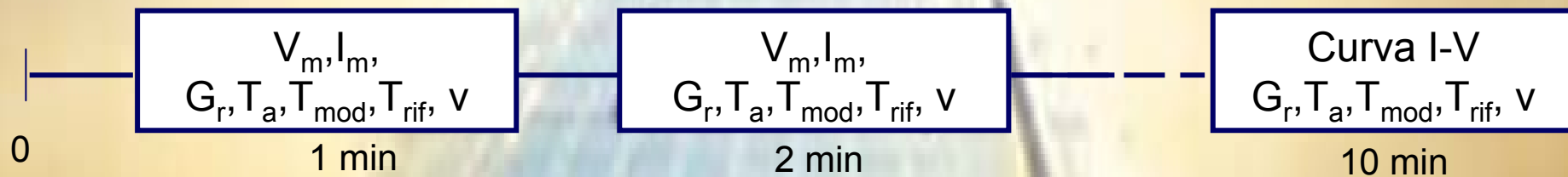


## Stazione monitoraggio moduli fotovoltaici

### Architettura del sistema di acquisizione dei dati

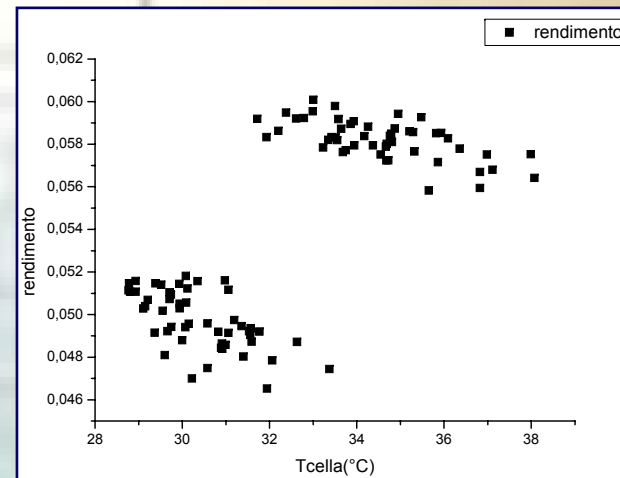
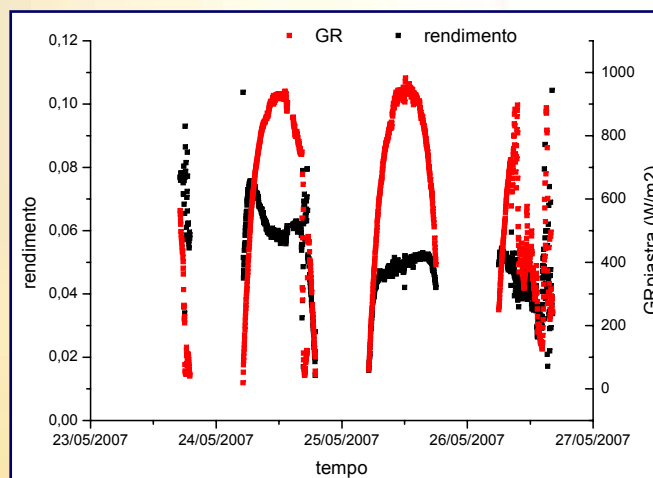
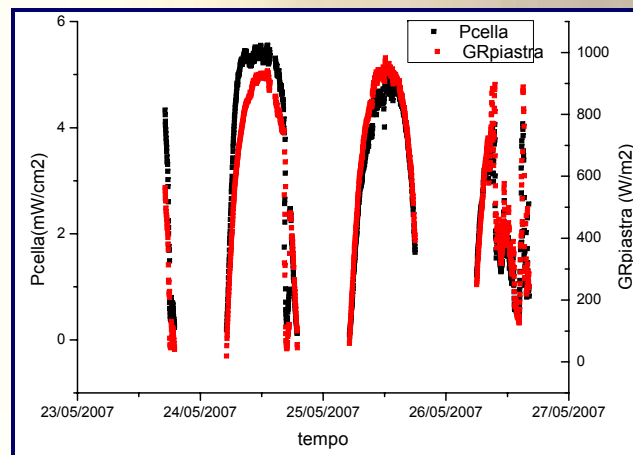
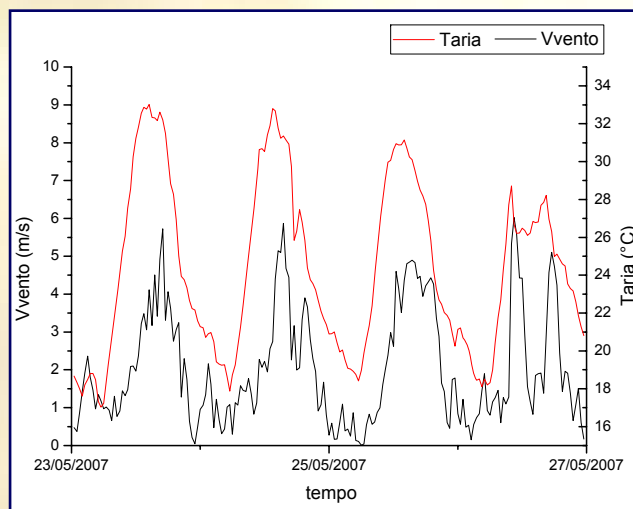


### Schema di acquisizione dei dati





## Monitoraggio di una cella organica





# Monitoraggio e misure meteosolari a Tor Vergata

**Cristina Cornaro**

Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa  
Università degli Studi di Roma Tor Vergata  
Via del Politecnico – 00133 ROMA  
e-mail: [cornaro@uniroma2.it](mailto:cornaro@uniroma2.it)

