

1° Congresso Nazionale ANFeA

Sessione scientifico-professionale

La mia esperienza di Fisico Professionista nel settore delle Energie Rinnovabili

Salvatore Grasso
www.ivpc.com
salvatore.grasso@ivpc.com

Roma, 1-2 dicembre 2011
Auditorium ISPRA – Via Curtatone 7

Ambito

Settore Fisica industriale, Fisica dei materiali e Tecniche dell'informazione

Abstract

L'industria moderna ha fortemente bisogno della nuova professionalità del Fisico il quale, superato oramai l'anacronistico luogo comune del "fisico-scienziato", si propone come figura chiave di ampio respiro in tutti quei settori dove l'attuale contesto economico produttivo richiede una spiccata capacità di gestire l'evoluzione tecnologica e l'abilità al cambiamento. Il Fisico Professionista, affiancandosi in lavoro di team con i manager ed i tecnici tradizionalmente presenti nelle Aziende, porta come valore aggiunto non solo la già riconosciuta capacità di impostare e condurre processi di ricerca e sviluppo, ma anche quella di gestire sistemi complessi distinguendo gli aspetti primari su cui l'Azienda deve focalizzare le proprie strategie da quelli secondari e trascurabili.

Il mondo delle energie rinnovabili e dello sviluppo ecosostenibile, per la grande quantità di variabili in gioco e per la continua evoluzione che sta avendo in questi ultimi anni, è certamente uno degli scenari di lavoro più idonei alla presenza del Fisico, insieme con tutte le tematiche correlate, quali ad esempio l'efficienza energetica e la gestione di sistemi qualità/ambiente/sicurezza.

Nel presente intervento, riporto la mia esperienza personale di Fisico, inizialmente avviato alla carriera della ricerca universitaria, che ha voluto rimettersi in discussione affrontando il mondo delle imprese in una delle principali società italiane di energia eolica. In particolare, racconto le attività che ho svolto, alcune più vicine ad un ruolo tecnico-scientifico, altre più recenti di tipo manageriale ed organizzativo, e provo a mettere in risalto quali sono stati i punti di forza che ritengo di aver avuto in virtù della mia preparazione universitaria, e quali le difficoltà che ho affrontato a causa di un profilo di laurea che a mio avviso resta ancora troppo distante dal mondo delle imprese e delle professioni.

Un esempio di applicazione tecnico scientifica ed uno di tipo manageriale...

- Anemologia e progettazione



- Gestione aziendale



Power in the Wind (Watts)

$$= 1/2 \times \text{air density} \times \text{swept rotor area} \times (\text{wind speed})^3$$

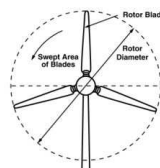
ρ



Density = $P/(R \times T)$
P - pressure (Pa)
R - specific gas constant (287 J/kgK)
T - air temperature (K)

kg/m³

A



Area = πr^2

m²

V³



Instantaneous Speed
(not mean speed)

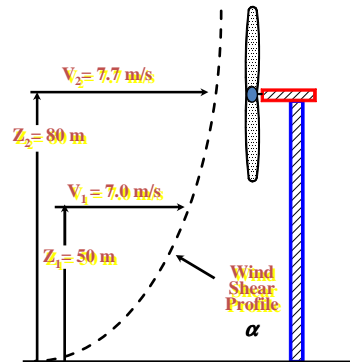
m/s

Knowledge of local wind speed is critical to evaluating the available power

Wind Shear

The change in horizontal wind speed with height

- A function of **wind speed**, **surface roughness** (may vary with wind direction), and **atmospheric stability** (changes from day to night)
- Wind shear exponents are higher at low wind speeds, above rough surfaces, and during stable conditions
- Typical exponent (α) values:
 - .10 - .15: water/beach
 - .15 - .25: gently rolling farmland
 - .25 - .40+: forests/mountains

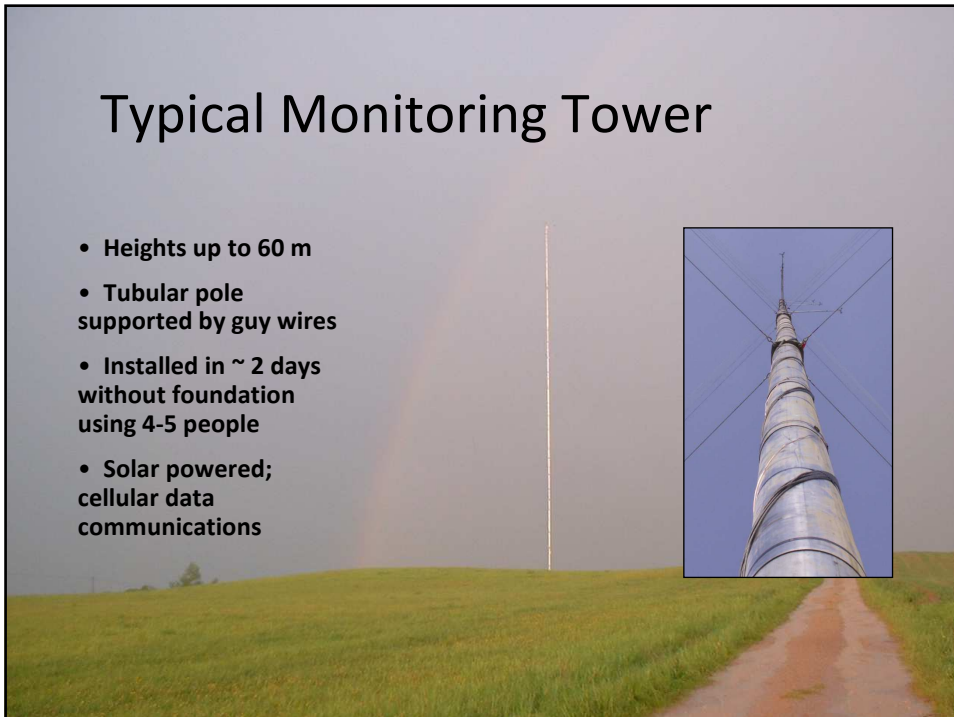


Wind speed, and available power, generally increase significantly with height

$$V_2 = V_1(Z_2/Z_1)^\alpha$$

Typical Monitoring Tower

- Heights up to 60 m
- Tubular pole supported by guy wires
- Installed in ~ 2 days without foundation using 4-5 people
- Solar powered; cellular data communications



How and What To Measure

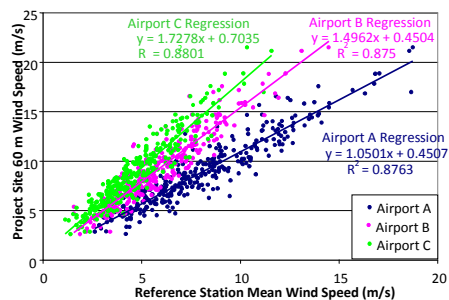
- Anemometers, Vanes, Data Loggers, Masts
- Measured Parameters
 - wind speed, direction, temperature
 - 1-3 second sampling; 10-min or hourly recording
- Derived Parameters
 - wind shear, turbulence intensity, air density
- Multiple measurement heights
 - best to measure at hub height
 - can use shorter masts by using wind shear derived from two other heights to extrapolate speeds to hub height
- Multiple tower locations, especially in complex terrain
- Specialty measurements of growing importance
 - Sodar, vertical velocity & turbulence in complex terrain



Predicting Long-Term Wind Conditions From Short-Term Measurements

Measure - Correlate - Predict Technique

- Measure one year of data on-site using a tall tower
- Correlate with one or more regional climate reference stations
 - Need high r^2
 - Reference station must have long-term stability
 - Upper-air rawinsonde data may be better than other sources for correlation purposes
- Predict long-term (7+ yrs) wind characteristics at project site



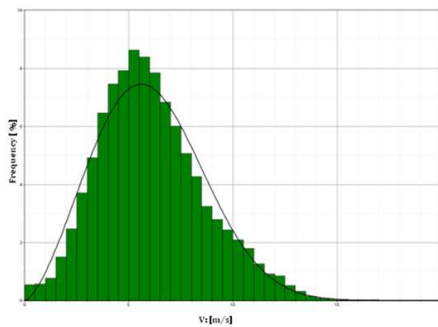
This plot compares a site's hourly data with three regional airport stations. A multiple regression resulted in an r^2 of 0.92.

Long-Term Wind Conditions

All the data recorded lead to the estimation of two important instruments to describe and evaluate the characteristic of a site.

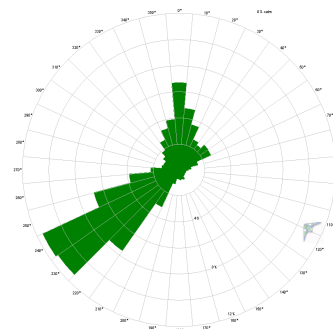
Weibull Distribution

This probability distribution gives the wind speed frequency on site



Wind Rose

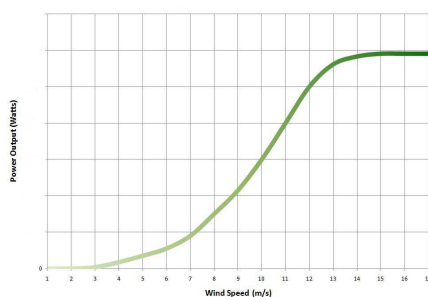
This diagram gives the main wind direction on site



Power Captured by the Turbine

$$= \frac{1}{2} \times \text{air density} \times \text{swept rotor area} \times (\text{wind speed})^3 \times C_p$$

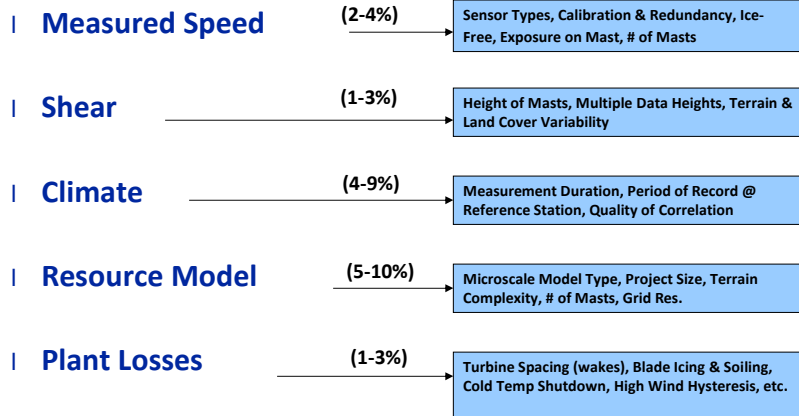
- **C_p** is the parameter that identifies the turbine model
- Each model of turbine has a characteristic diagram the **Power Curve**
- The Power Curve gives the Power generated from the turbine for each wind speed value
- Theoretically the coefficient of performance C_p has its maximum value: **C_{p,max} = 0,593**



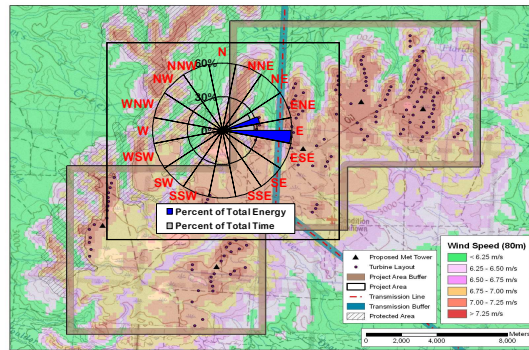
*The gross energy production
is the merging of
Power Curve Weibull Diagram Wind Rose*

Influences on Uncertainty

(Typical Range of Impact on Lifetime Energy Production)



Layout



Software tools (*WindFarmer*, *WindFarm*, *WindPro*) are available to optimize the location and performance of wind turbines, once the wind resource grid within a project area is defined.

Estimated energy production
(kWh/anno)



Revenues €

Sistema Azienda

