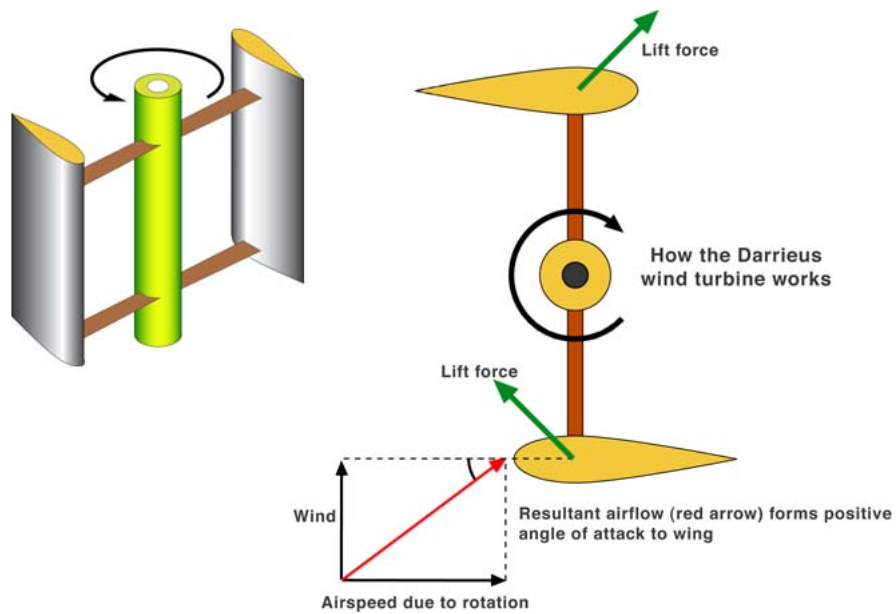


Generatore eolico Darrieus

Il funzionamento è basato sulla portanza esercitata dal profilo alare della sezione delle pale.

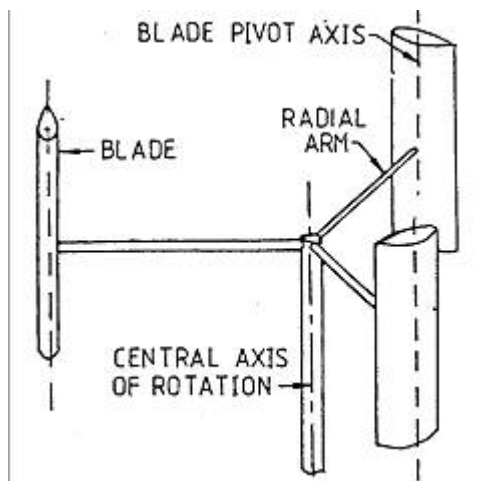


VAWT

Giromill (H-Bar) Darrieus

Costruttivamente più semplice e meno cara della turbina Darrieus è però meno efficiente.

E' inoltre più difficile da avviare e lamenta difficoltà a mantenere regimi di rotazione costanti.



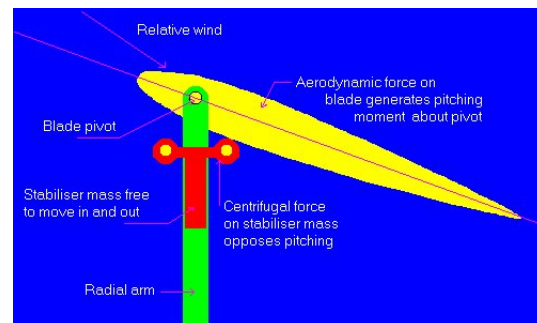
VAWT

Cycloturbines

Sofisticazione dei Giromills, le Cycloturbine hanno pale ad incidenza variabile.

Questo permette di garantire alle pale un'incidenza che le mette sempre in condizione di fornire portanza riducendo notevolmente le fluttuazioni di coppia torcente.

Generatori di questo tipo con tre o quattro pale forniscono una coppia praticamente costante.



Cycloturbines

La possibilità di variare l'incidenza per questi generatori eolici risolve il problema di mancanza di avviamento spontaneo dei Darrieus: le cycloturbine possono avviarsi da sole disponendo le pale "contro vento" e sviluppando così una resistenza aerodinamica che innesca la rotazione della girante.



Darrieus elicoidali

Questi generatori ad asse verticale usano tre pale con sezione a profilo alare, ruotate elicoidalmente, a seconda del modello, da 60° a 120°.

La loro geometria le mette al sicuro dalle pulsazioni distruttive che affliggono invece la Darrieus tradizionali.

Il disegno delle pale permette che ci sia una interazione debole della scia di una pala con quella che segue riducendo, di conseguenza, la resistenza aerodinamica.

Questi generatori funzionano anche con venti verticali per cui sono adatti ad essere posizionati sui tetti o in luoghi dove tali correnti possano svilupparsi.



UGE-4K

Darrieus elicoidali

Questi generatori ad asse verticale usano tre pale con sezione a profilo alare, ruotate elicoidalmente, a seconda del modello, da 60° a 120°.

La loro geometria le mette al sicuro dalle pulsazioni distruttive che affliggono invece la Darrieus tradizionali.

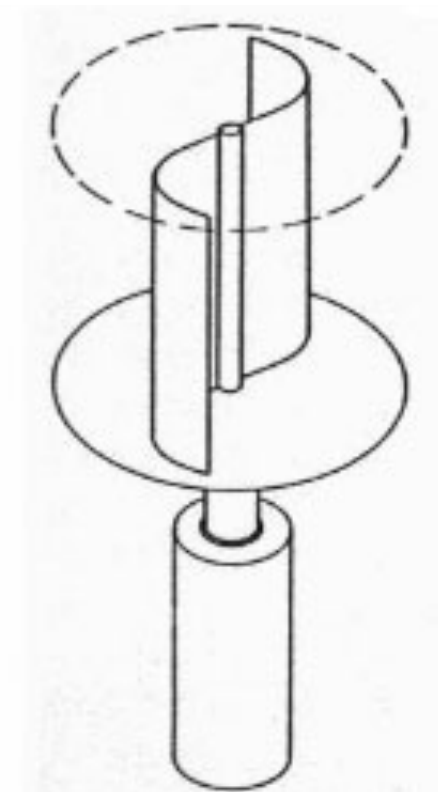
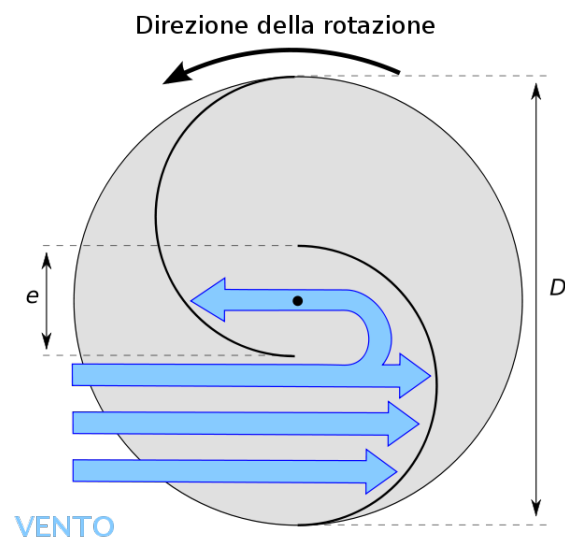
Il disegno delle pale permette che ci sia una interazione debole della scia di una pala con quella che segue riducendo, di conseguenza, la resistenza aerodinamica.

Questi generatori funzionano anche con venti verticali per cui sono adatti ad essere posizionati sui tetti o in luoghi dove tali correnti possano svilupparsi.



Giranti Savonius

Questi generatori ad asse verticale non sfruttano la portanza di un profilo, ma la resistenza aerodinamica ($TSR < 1$).



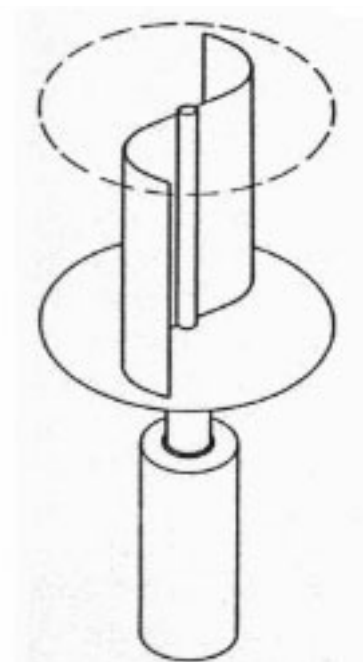
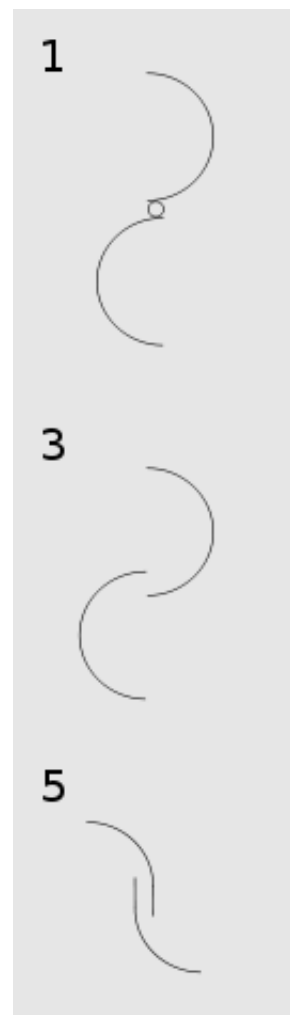
Giranti Savonius

Generatori di facile realizzazione. Il loro funzionamento è garantito anche senza alcun accorgimento aerodinamico.

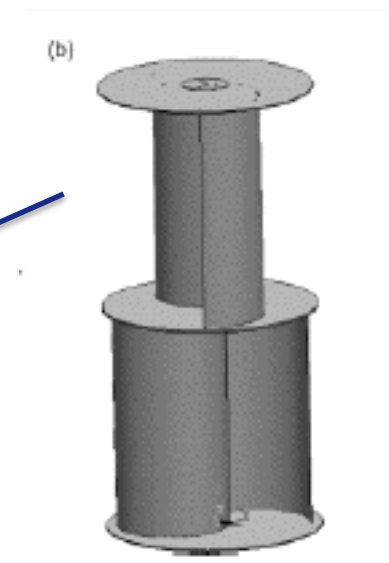
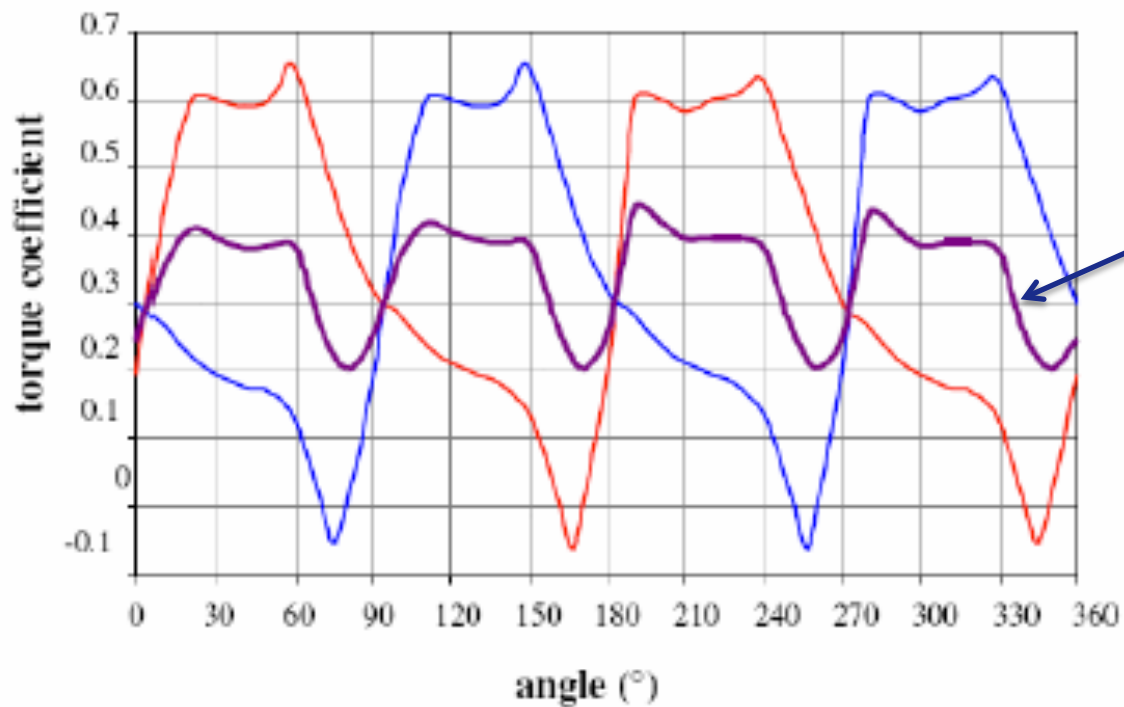
I rotori Savonius funzionano senza dipendere dalla direzione del vento e, in configurazione adeguata, possono garantire un avviamento spontaneo grazie alla alta coppia allo spunto.

Essi però forniscono all'albero una coppia pulsante che ciclicamente può anche invertirsi di segno.

Per questo molto spesso due giranti Savonius vengono montate una sull'altra sfasate di 90°.



Coppia della giranti Savonius



Due giranti Savonius montate una sull'altra sfasate di 90° garantiscono una coppia risultante più regolare.

Savonius *contro* Darrieus

	Savonius (Windside)	Darrieus (Turby)
Rendimento %	19 - 23	30 - 40
Densità di potenza [W/m ²]	175	470
Emissione sonora	nessuna	70 dBA
Vibrazioni	Assenti	Si
Limiti velocità massima	No	Si
Avviamento	Auto	Non - auto

Savonius *con* Darrieus: giranti ibride

Questi generatori accoppiano due diversi concetti di turbina eolica ad asse verticale: il rotore Savonius ed il rotore Darrieus.

Lo scopo è quello di sfruttare la maggior efficienza del rotore Darrieus e l'alta coppia allo spunto del rotore Savonius.

Questi generatori ibridi si avviano da soli anche con venti deboli e mantengono una buona efficienza anche con venti forti.



Giranti ad asse verticale: vantaggi

- Basse emissioni sonore;
- Installabili in zone dove strutture alte come le turbine ad asse verticale non sono adatte (tetti, cime di colline, passi, etc.);
- Avviamento anche con venti deboli;
- Resistenza a venti di forza elevata;
- Nessun bisogno di meccanismi per l'orientamento nella direzione del vento;
- Generatore e scatola di riduzione localizzati vicino al suolo quindi di più facile manutenzione (non valido per tutti i modelli).



Urban Green Energy – Eddy GT

Giranti ad asse verticale: svantaggi

- Bassa efficienza;
- Strutturalmente più pesanti delle HAWT;
- Potenza relativamente bassa;
- Notevoli sollecitazioni dei cuscinetti volventi.



Urban Green Energy – Eddy GT

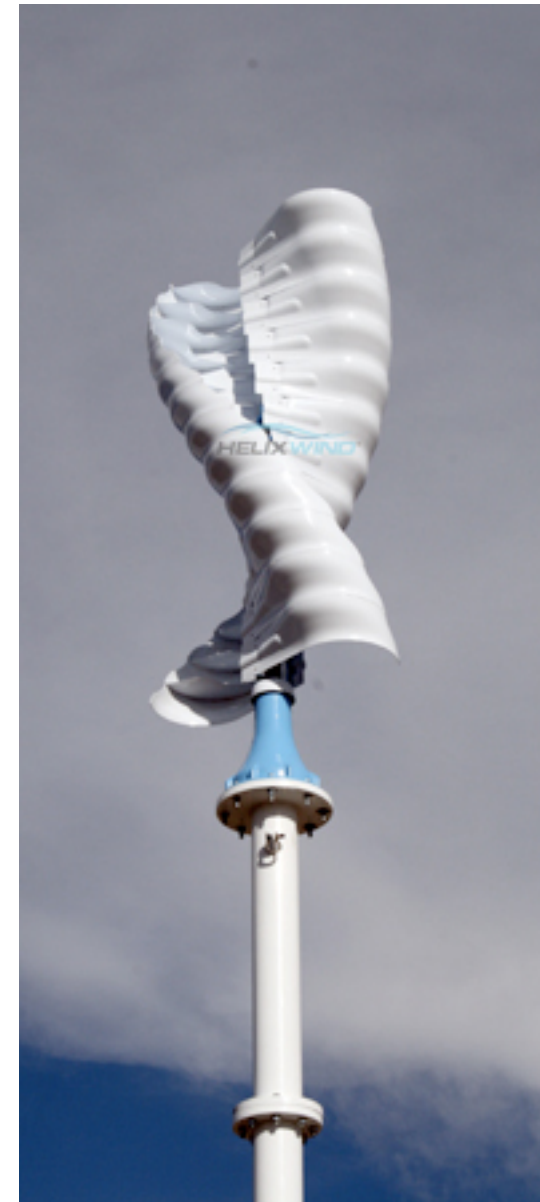
VAWT - Generatori eolici ad asse verticale

Overview di alcuni modelli



HelixWind S322

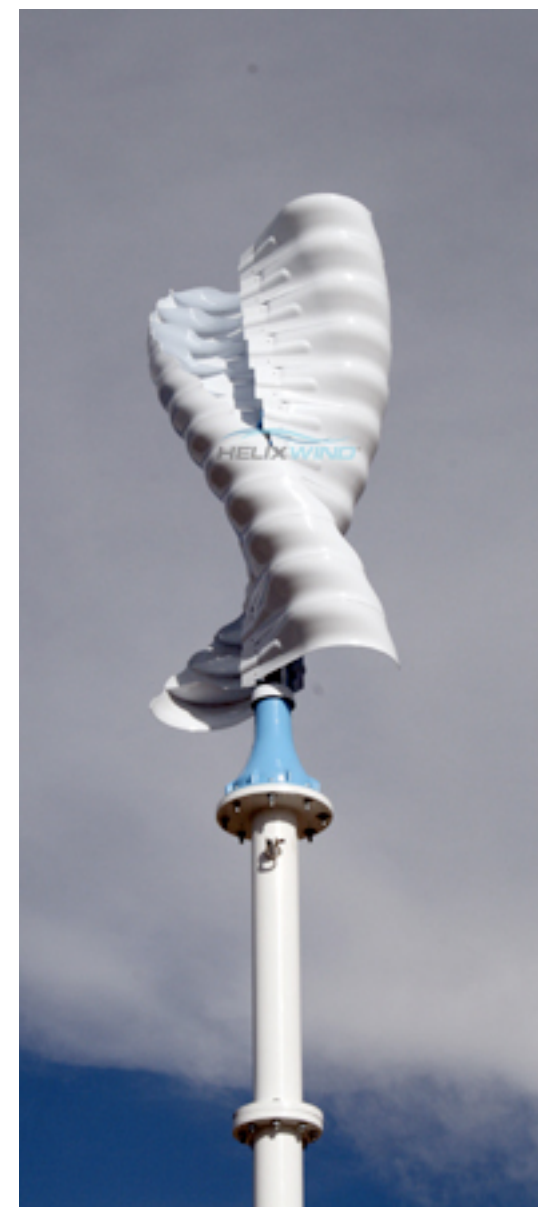
- VAWT
- 2.0 kW (di picco)
- Inverter - Aurora PVI 3.6
- Wind Interface Module
- Diversion Load
- Prezzo: 10'500 \$



HelixWind S322

Area rotore	3.19	m ²
Larghezza rotore	1.21	m
Altezza rotore	2.65	m
Potenza nominale	--	kW
Potenza massima	2.0	kW
Velocità di ingaggio	5	m/s
Vel. vento nominale	7	m/s
Vel. max consentita	--	m/s
Voltaggio corrente	--	V
Energia prodotta mensilmente	--	KWh
Rumorosità*	5	dBA

* Valore al di sopra del rumore ambientale di fondo.



HelixWind S594

- VAWT
- 4.5 kW (di picco)
- Inverter - Aurora PVI 6000
- Wind Interface Module
- Diversion Load
- Prezzo: 17'500 \$



HelixWind S594

Area rotore	5.88	m ²
Larghezza rotore	1.21	m
Altezza rotore	6	m
Potenza nominale	--	kW
Potenza massima	4.5	kW
Velocità di ingaggio	5	m/s
Vel. vento nominale	7	m/s
Vel. max consentita	--	m/s
Voltaggio corrente	--	V
Energia prodotta mensilmente	--	KWh
Rumorosità*	5	dBA

* Valore al di sopra del rumore ambientale di fondo.



SkyBees DS 300

Diametro rotore (in pianta)	1.24	m ²
Larghezza rotore	1.21	m
Altezza rotore	1.06	m
Potenza nominale a 13.5 m/s	0.3	kW
Velocità di ingaggio	< 3	m/s
Velocità di spegnimento	15.5	m/s
Velocità strutturale massima	60	m/s
Voltaggio corrente	--	V
Energia prodotta mensilmente	--	KWh
Rumorosità	--	dBa



SkyBees DS 1500



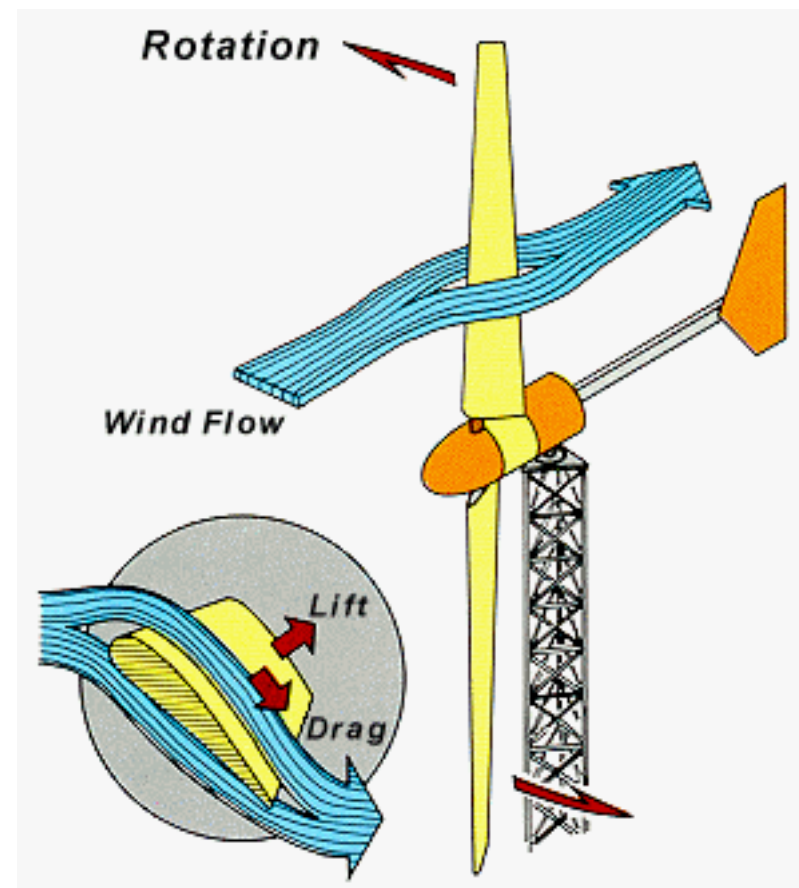
Diametro rotore (in pianta)	2.8	m ²
Larghezza rotore	2.9	m
Altezza rotore	1.06	m
Potenza nominale a 12.0 m/s	1.5	kW
Velocità di ingaggio	< 3	m/s
Velocità di spegnimento	15.5	m/s
Velocità strutturale massima	60	m/s
Voltaggio corrente	--	V
Energia prodotta mensilmente	--	KWh
Rumorosità	--	dBA

HAWT - Generatori eolici ad asse orizzontale (Horizontal Axis Wind Turbines)



HAWT - Generatori eolici ad asse orizzontale

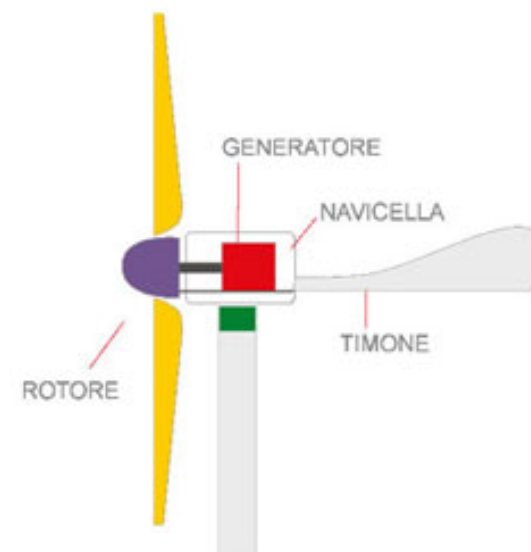
- Il rotore che ha la sezione a forma di profilo alare ruota e viene spinto dalla portanza (lift).
- Ogni pala agisce come un'ala d'aereo.
- Queste giranti hanno un TSR > 1.
- Il numero di pale va da 2 a n...



Micro/mini Generatori eolici ad asse orizzontale



- Il generatore è installato direttamente dietro alla girante.
- Dispongono di un timone per garantire l'orientamento fronte-vento.
- Devono essere dotati di un dispositivo di salvaguardia per le condizioni di vento con velocità superiore al valore di cut-off wind.



HAWT - Generatori eolici ad asse orizzontale

Overview di alcuni modelli

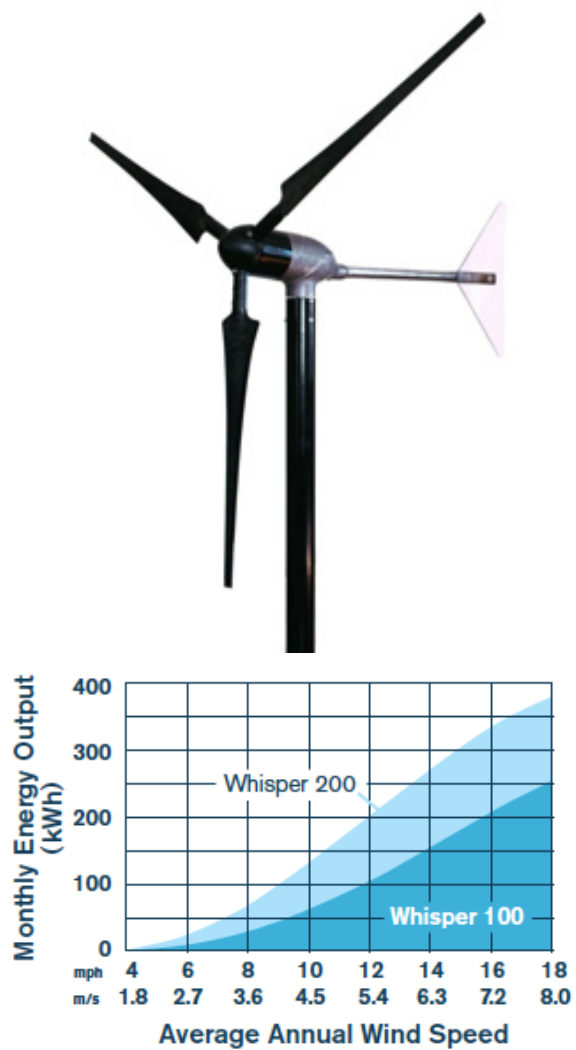


AIR Breeze 3.7



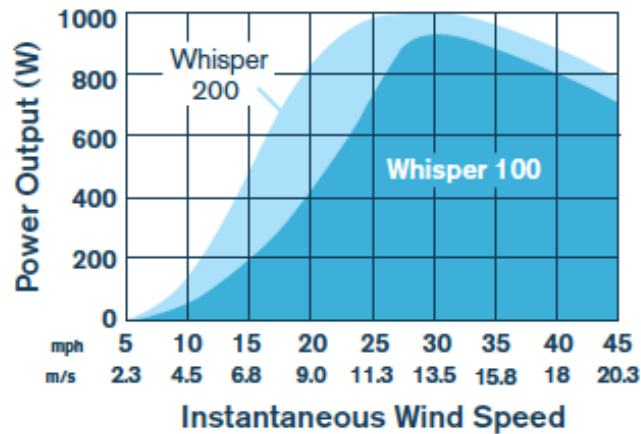
Diametro rotore	1.17	m
Potenza nominale a 12.5 m/s	.16	kW
Potenza massima	--	kW
Velocità di ingaggio	2.68	m/s
Velocità strutturale massima	49.2	m/s
Voltaggio corrente	12 24 48	V
Energia prodotta mensilmente a 5.4 m/s	38	KWh
Rumorosità	--	dBA
Collegabile alla rete	no	
Prezzo	600	\$

Whisper 100



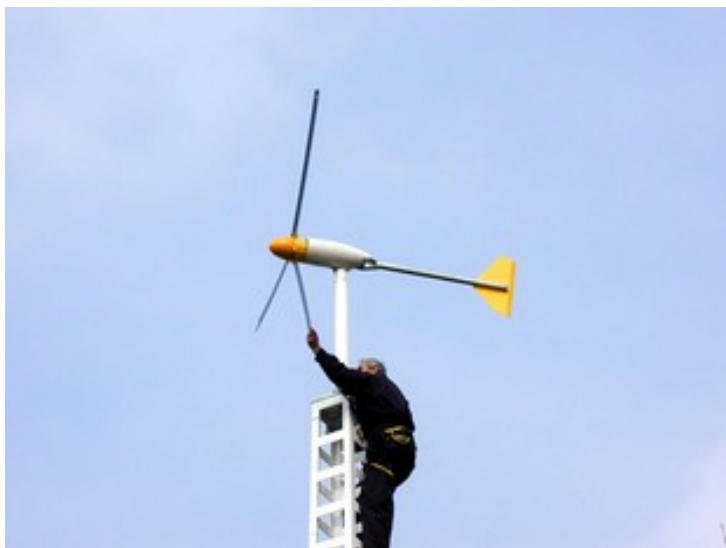
Diametro rotore	2.1	m
Potenza nominale a 12.5 m/s	0.9	kW
Velocità di ingaggio	3.4	m/s
Velocità strutturale massima	55	m/s
Voltaggio corrente	12/24 36/48	V
Energia prodotta mensilmente a 5.4 m/s	100	KWh
Rumorosità	--	dBA
Collegabile alla rete	no	
Prezzo	--	\$

Whisper 200



Diametro rotore	2.7	m
Potenza nominale a 11.6 m/s	1.0	kW
Velocità di ingaggio	3.4	m/s
Velocità strutturale massima	55	m/s
Voltaggio corrente	24 36/48	V
Energia prodotta mensilmente a 5.4 m/s	200	KWh
Rumorosità	--	dBA
Collegabile alla rete	no	
Prezzo	--	\$

Bergey xl1



Diametro rotore	2.5	m
Potenza nominale a 11 m/s (grid)	1	kW
Potenza nominale a 12 m/s (bat)	7.5	kW
Velocità di ingaggio (cut-in)	2.5	m/s
Vel. di spegnimento (cut-off)	no*	m/s
Velocità strutturale massima	54	m/s
Voltaggio corrente	24	V
Rumorosità	--	dBA
Collegabile dirett. alla rete	no	
Prezzo	5'300/ 6'300	\$

* Dotato di un sistema di posizionamento del rotore "fuori dal vento" per i venti superiori a 13 m/s

Skystream



Diametro rotore	3.72	m
Potenza nominale	1.9	kW
Potenza massima	2.6	kW
Velocità di ingaggio	3.6	m/s
Vel. vento nominale	--	m/s
Vel. max consentita	--	m/s
Voltaggio corrente	240	V
Energia prodotta mensilmente a 5.4 m/s	400	KWh
Rumorosità	--	dBA
Collegabile alla rete	si	
Prezzo	5400	\$

Bergey Excel



Diametro rotore	7	m
Potenza nominale a 12 m/s (grid)	10	kW
Potenza nominale a 12 m/s (bat)	7.5	kW
Velocità di ingaggio	2.5	m/s
Vel. spegnimento	no*	m/s
Voltaggio corrente	48 240	V
Rumorosità	--	dBA
Collegabile alla rete	si	
Prezzo	26'000/ 32'000	\$

* Dotato di un sistema di posizionamento del rotore "fuori dal vento" per i venti superiori a 15.6 m/s

Componentistica di un mini impianto eolico



Cosa serve

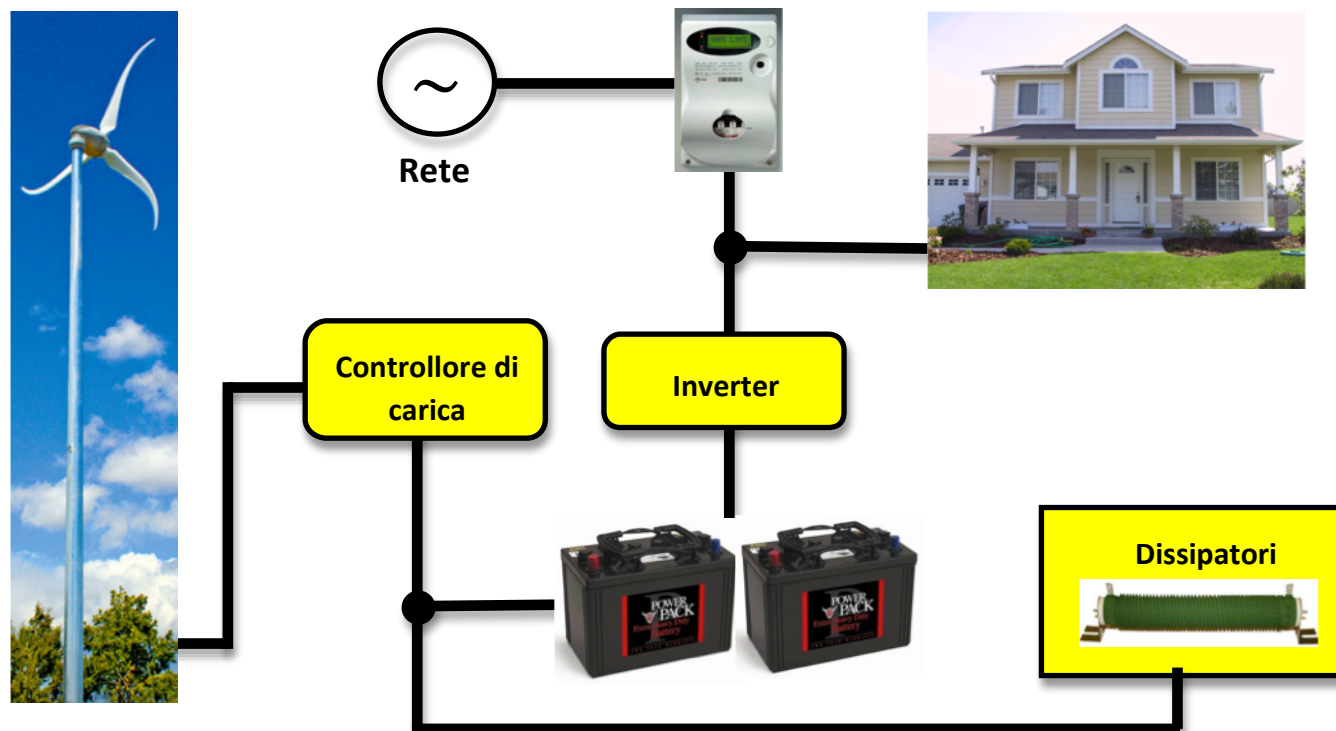
- Una turbina VAWT oppure HAWT;
- Un palo di supporto della turbina;
- Il set di apparecchiature elettriche;
- Il cablaggio.

Per i micro e mini impianti il costo della torre e dei componenti elettrici ha un peso importante sul totale.

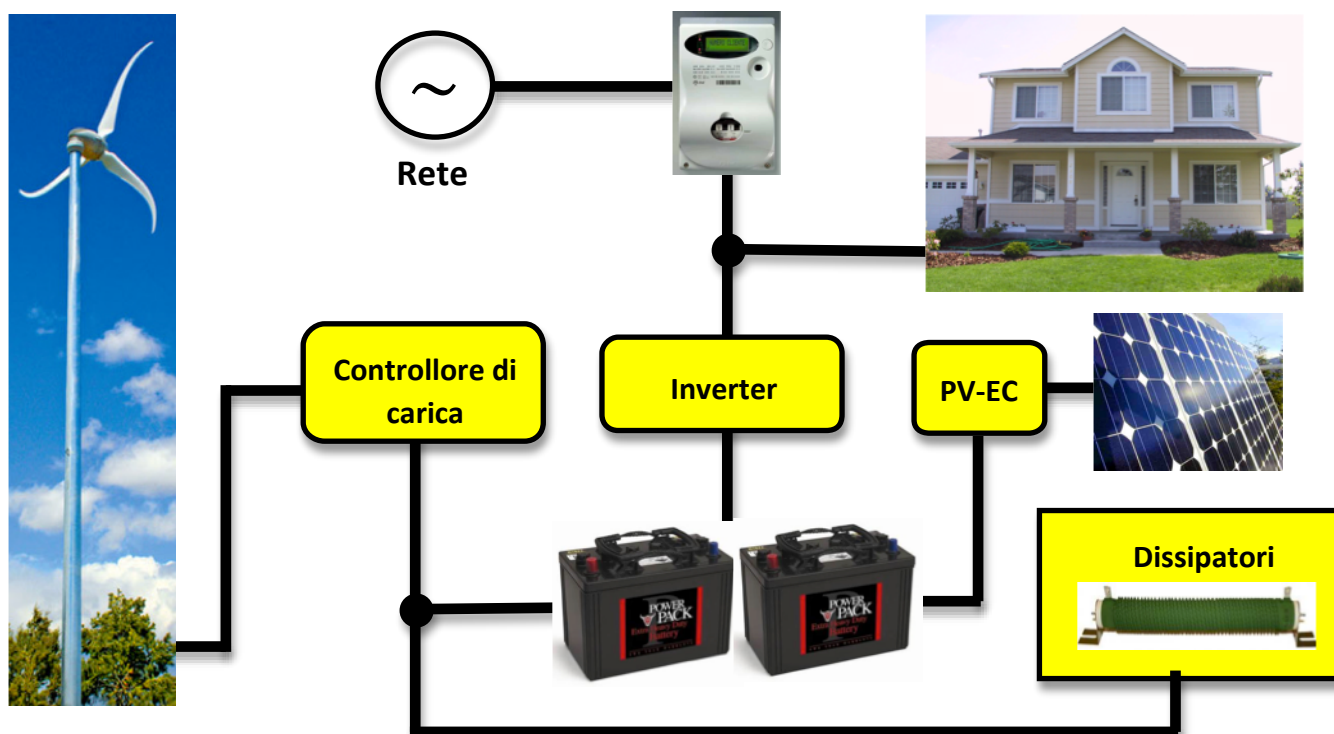
Il costo dell'impianto va valutato sulla base di questi elementi a cui si devono aggiungere i costi per i lavori di installazione che possono arrivare al 25% dei costi totali.



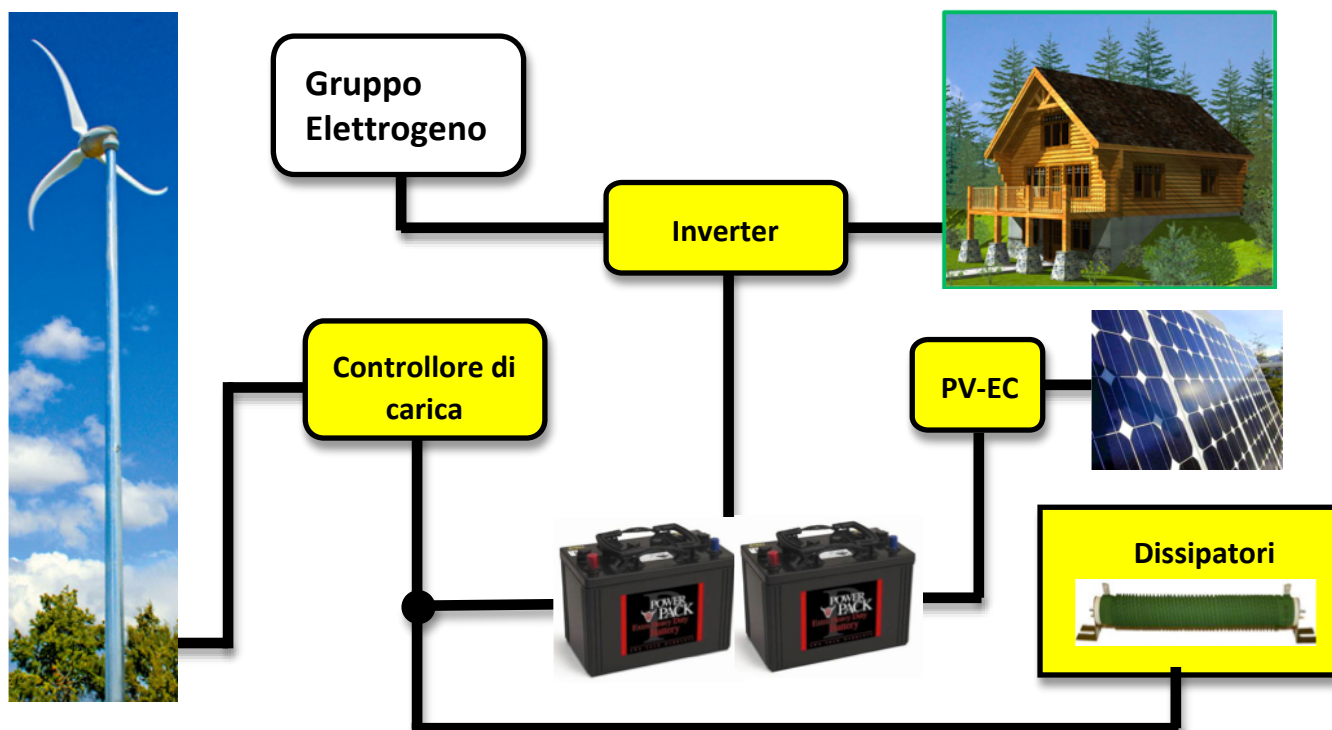
Schema di impianto eolico collegato alla rete



Schema di impianto ibrido collegato alla rete



Schema di impianto ibrido non collegato alla rete



Mini e micro eolico

la scelta di “quella giusta”

Cosa ci si deve chiedere

- Considerate il luogo dove la turbina andrà installata.
- Determinate la quantità di energia a disposizione: la velocità locale media del vento.
- Definite quanti kWh si vogliono produrre ogni mese/anno.
- Se il generatore eolico dovrà essere connesso alla rete elettrica segnalate l'operazione all'Azienda elettrica a cui siete allacciati.



UGE-4K

Allora, quale scegliere?

Valutate le caratteristiche del sito ed i vostri bisogni e quindi decidete la tipologia di generatore: VAWT, HAWT.

Valutate i limiti di funzionamento (velocità minima di ingaggio e massima di funzionamento).

Acquistate un prodotto che fornisca risultati di test eseguiti sul campo.

Diffidate dei prodotti super innovativi con prestazioni valutate teoricamente o in galleria del vento (le prove in galleria del vento e le simulazioni sovrastimano la produttività dei generatori eolici).



Come installare

- Considerate che è il vento che muove il rotore del vostro generatore.
- Chiunque installi deve considerare le condizioni di esposizione del generatore.
- I valori medi del vento non tengono conto degli ostacoli locali.
- La regione di spazio attorno al generatore deve essere completamente libera da ostacoli.
- Quanto più in alto si colloca il rotore, tanto maggiore sarà la produttività del generatore.



Affidabilità: quale scegliere?

Molto spesso il passaparola con utenti che hanno già un impianto aiuta nella scelta di un prodotto affidabile.

Considerate che, come tutti i sistemi meccanici molto sollecitati, i generatori eolici hanno bisogno di manutenzione e subiscono rotture.

Se non ne conoscete la provenienza e non avete garanzie, non acquistate un prodotto di seconda mano.



Grazie per l'attenzione!

maurizio.barbato@supsi.ch

davide.montorfano@supsi.ch

Istituto CIM per la Sostenibilità nell'Innovazione

Dipartimento Tecnologie Innovative

SUPSI

Via Cantonale Galleria 2

6928 Manno