

“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

ENERGIA EOLICA

IL VENTO È IL RISULTATO DELL'ESPANSIONE E DEL MOTO CONVETTIVO DELL'ARIA CAUSATI DAL RISCALDAMENTO IRREGOLARE DEL SOLE SU GRANDI AREE DELLA SUPERFICIE TERRESTRE.

L'UTILIZZAZIONE INDUSTRIALE DELL'ENERGIA EOLICA SI È SVILUPPATA SOPRATTUTTO NEGLI ANNI '80 GRAZIE ALLA DIFFUSIONE DELLE *WIND-FARMS* IN DANIMARCA E USA, MENTRE NELLA PRIMA METÀ DEGLI ANNI '90 SONO STATI LA GERMANIA E L'INDIA I PAESI CHE HANNO REGISTRATO I MAGGIORI TREND DI CRESCITA. NEGLI ULTIMI ANNI ANCHE IN SPAGNA VI È STATO UN FORTE INCREMENTO DELLA POTENZA INSTALLATA.

I PROGRESSI COMPIUTI NEGLI ULTIMI ANNI NELLA MESSA A PUNTO DELLE TECNOLOGIE, HANNO ORMAI CONSOLIDATO LA CONVINZIONE CHE QUESTA FONTE POSSA FORNIRE UN CONTRIBUTO NON TRASCURABILE ALLA PRODUZIONE DI ELETTRICITÀ.

“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

ASPETTI POSITIVI DELL'ENERGIA EOLICA

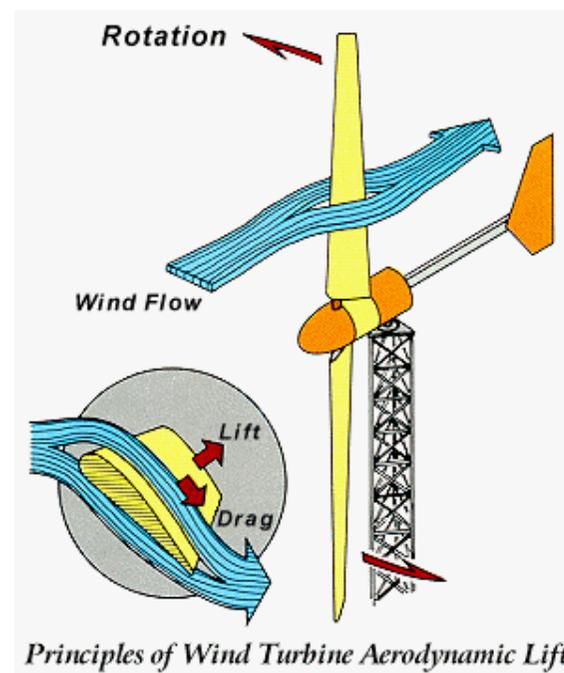
- 0 **NON OCCUPA UN'AREA MOLTO VASTA.**
- 0 **INCREMENTA L'ECONOMIA LOCALE E IL LAVORO.**
- 0 **LA CONVERSIONE DELLA POTENZA DEL VENTO IN ELETTRICITÀ È EFFICIENTE.**
- 0 **NON PRODUCE EMISSIONI CLIMALTERANTI.**
- 0 **È FACILE SMANTELLARE LE TURBINE QUANDO RAGGIUNGONO LA FINE DELLA LORO VITA LAVORATIVA E IL SITO PUÒ ESSERE RIPORTATO ALLE CONDIZIONI INIZIALI.**
- 0 **L'INDUSTRIA MONDIALE È IN CRESCITA E C'È UNA CONSIDEREBILE POTENZIALITÀ DI ESPORTAZIONE.**
- 0 **I PROGETTI SONO SEMPLICI E POCO COSTOSI DA MANTENERE.**
- 0 **CONTRIBUISCE AL RIFORNIMENTO DI ELETTRICITÀ ATTRAVERSO LA DIVERSITÀ E PUÒ SUPPORTARE LA RETE ELETTRICA LOCALE.**
- 0 **I COSTI STANNO DIMINUENDO RAPIDAMENTE E CI SI ASPETTA CHE ENTRO IL 2005 DIMINUISCANO DEL 25%.**
- 0 **LA TECNOLOGIA È BEN AFFERMATA.**
- 0 **IL COSTO DEL CAPITALE PRESTATO È DIMINUITO DA QUANDO LE BANCHE E LE COMPAGNIE HANNO ACQUISTATO FAMILIARITÀ CON QUESTO TIPO DI GENERAZIONE.**
- 0 **BISOGNA MANTENERE UNO SPAZIO VARIABILE TRA I 3 E I 7 DIAMETRI A SECONDA DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO SIA TRA LE TURBINE CHE DA ALTRI OSTACOLI, PERCIÒ LO SPAZIO RESTANTE RIMANE INDISTURBATO.**
- 0 **LA VITA DI UNA TURBINA È DI ALMENO 20/25 ANNI.**
- 0 **LA CAPACITÀ DELLE MACCHINE VARIA DA POCHE CENTINAIA DI W A MOLTI MW E CIÒ PUÒ VENIRE INCONTRO ALLE ESIGENZE DELLE ABITAZIONI PRIVATE CHE DELLE INDUSTRIALE.**

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

IL VENTO PASSA SU ENTRAMBE LE FACCE DELLA PALA, PIÙ VELOCEMENTE SUL LATO SUPERIORE, CREANDO UN’AREA DI BASSA PRESSIONE. QUESTA DIFFERENZA DI PRESSIONE TRA LE DUE SUPERFICI HA COME RISULTATO UNA FORZA CHIAMATA PORTANZA AERODINAMICA (*LIFT*).

LA PORTANZA SULL’ALA DI UN AEREO LO FA ALZARE DA TERRA, IN UN AEROGENERATORE, POICHÉ LE PALE SONO VINCOLATE A MUOVERSI SU DI UN PIANO, CAUSA LA ROTAZIONE INTORNO AL MOZZO. CONTEMPORANEAMENTE SI GENERA UNA FORZA DI TRASCINAMENTO (*DRAG*), PERPENDICOLARE ALLA PORTANZA CHE SI OPpone AL MOTO.

IL PRIMO OBIETTIVO NEL PROGETTO DI UNA TURBINA EOLICA È QUELLO DI AVERE UN ALTO RAPPORTO PORTANZA-TRASCINAMENTO. QUESTO RAPPORTO PUÒ ESSERE VARIATO CON LA LUNGHEZZA DELLE PALE PER OTTIMIZZARE LA PRODUZIONE DI ENERGIA PER DIVERSE VELOCITÀ DEL VENTO.



“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

LE TURBINE EOLICHE

LA MAGGIOR PARTE DELLE TURBINE È PROGETTATA PER GENERARE LA MASSIMA POTENZA AD UNA PREFISSATA VELOCITÀ DEL VENTO. QUESTA È NOTA COME *RATED POWER* E LA VELOCITÀ DEL VENTO A CUI VIENE RAGGIUNTA È DETTA *RATED WIND SPEED*. LA *RATED WIND SPEED* È SCELTA IN BASE ALLA VELOCITÀ ANEMOLOGICA LOCALE E DI SOLITO È CIRCA 1,5 VOLTE LA VELOCITÀ MEDIA.

IN BASE ALLA DISPOSIZIONE DELL’ASSE DEL ROTORE RISPETTO ALLA DIREZIONE DEL VENTO GLI AEROGENERATORI SONO CLASSIFICATI IN DUE GRANDI CATEGORIE:

- AD ASSE ORIZZONTALE;
- AD ASSE VERTICALE.

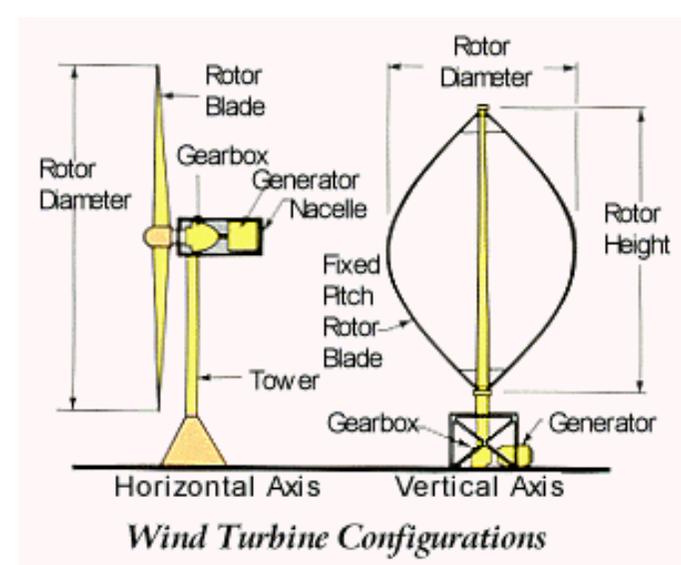
I PRIMI SONO ANCORA OGGI QUELLI CARATTERIZZATI DAL MAGGIORE SVILUPPO TECNOLOGICO E DALLA MAGGIORE DIFFUSIONE COMMERCIALE. I PIÙ DIFFUSI HANNO IL ROTORE A TRE PALE, MA NE ESISTONO ANCHE A DUE E UNA PALA (SOPRATTUTTO PER TURBINE MINI-WIND).

CONFIGURAZIONE GENERALE DI UNA TURBINA EOLICA

LE PALE (*BLADES*) DELLA MACCHINA SONO FISSATE SU UN MOZZO (*HUB*) E NELL’INSIEME COSTITUISCONO IL ROTORE (*ROTOR*), IL MOZZO A SUA VOLTA È COLLEGATO A UN PRIMO ALBERO (*MAIN SHAFT*), O ALBERO LENTO, CHE RUOTA ALLA STESSA VELOCITÀ ANGOLARE DEL ROTORE. L’ALBERO LENTO È COLLEGATO AD UN MOLTIPLICATORE DI GIRI (*GEARBOX*), DA CUI SI DIPARTE UN ALBERO VELOCE (*DRIVE SHAFT*). SULL’ALBERO VELOCE È POSTO UN FRENO (*BRAKE*) A VALLE DEL QUALE C’È IL GENERATORE ELETTRICO (*GENERATOR*) DA CUI SI DIPARTONO I CAVI ELETTRICI DI POTENZA.

NELLA MAGGIOR PARTE DELLE MACCHINE ODIERNE, TUTTI I COMPONENTI MENZIONATI SONO UBICATI IN UNA CABINA DETTA NAVICELLA (*NAVICELLE*) LA QUALE, A SUA VOLTA, È POSIZIONATA SU UN SUPPORTO CUSCINETTO (*YAW RING*) IN MANIERA DA ESSERE FACILMENTE ORIENTABILE A SECONDA DELLA DIREZIONE DEL VENTO.

L’INTERA NAVICELLA È POSIZIONATA SU UNA TORRE (*TOWER*) CHE PUÒ ESSERE A TRALICCIO O CONICA TUBOLARE.



OLTRE A TALI COMPONENTI, È PRESENTE UN SISTEMA DI CONTROLLO CHE HA DIVERSE FUNZIONI:

- 0 IL CONTROLLO DELLA POTENZA, CHE PUÒ ESSERE ESEGUITO RUOTANDO LE PALE INTORNO AL LORO ASSE PRINCIPALE (SISTEMA DI ATTUAZIONE DEL PASSO, *PITCH REGULATION*), IN MODO DA AUMENTARE O RIDURRE LA SUPERFICIE ESPOSTA AL VENTO, O ANCHE TRAMITE LA SCELTA DI UN OPPORTUNO PROFILO DELLE PALE (*STALL REGULATION*);**

- 0 IL CONTROLLO DELL'ORIENTAMENTO DELLA NAVICELLA, DETTO CONTROLLO DELL'IMBARDATA (*YAW CONTROL*), CHE SERVE A MANTENERE LA MACCHINA ORIENTATA NELLA DIREZIONE DEL VENTO, MA CHE PUÒ ANCHE ESSERE UTILIZZATO, IN LINEA DI PRINCIPIO, PER IL CONTROLLO DELLA POTENZA;**

- 0 L'AVVIAMENTO DELLA MACCHINA QUANDO È PRESENTE UN VENTO DI VELOCITÀ SUFFICIENTE (*CUT-IN WIND SPEED*) E LA FERMATA DELLA MACCHINA, QUANDO VI È UN VENTO DI VELOCITÀ SUPERIORE A QUELLA MASSIMA PER LA QUALE LA MACCHINA È PROGETTATA (*CUT-OFF WIND SPEED*).**

PROGETTAZIONE ED EVOLUZIONE DELLE TURBINE EOLICHE

I RISULTATI PIÙ EVIDENTI NELL’EVOLUZIONE DELLA PROGETTAZIONE SONO MIGLIORI PROFILI AERODINAMICI E L’USO DI NUOVI MATERIALI SIA METALLICI SIA POLIMERICI.

LA TURBINA IDEALE DOVREBBE AVERE UN ALTO NUMERO DI PALE SLANCIATE E VELOCI, CON UN PROFILO AREODINAMICO CON UN ELEVATO RAPPORTO POTENZA/RESISTENZA. ESIGENZE STRUTTURALI PERMETTONO SOLTANTO POCHE PALE LARGHE E DI SPESSORE PIÙ ELEVATO.

IN ITALIA SONO STATE PROGETTATE MACCHINE MONO E BIPALA, CHE SI ADATTANO MEGLIO ALLE CONDIZIONI ANEMOLOGICHE TURBOLENTE DEL NOSTRO PAESE MA CHE SONO ORMAI OBSOLETE.

LE RICERCHE PROSEGUONO PER QUANTO RIGUARDA LA FORMA DEL PROFILO ALARE E L’AERODINAMICA DELLA PALA. LO SCOPO È QUELLO DI MIGLIORARE IL COEFFICIENTE DI POTENZA DEL ROTORE, CIOÈ IL RAPPORTO FRA LA POTENZA EFFETTIVA DI USCITA E LA POTENZA TEORICA DEL VENTO SU UNA SUPERFICIE TRASVERSALE PARI A QUELLA DEL DISCO DEL ROTORE.

“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

GLI ULTIMI PROGETTI INCLUDONO INOLTRE VARI ESPEDIENTI PER AUMENTARE L'ENERGIA PRODOTTA, AD ESEMPIO:

- **ALBERI A DUE VELOCITÀ: AUMENTA LA RESA A VELOCITÀ DEL VENTO BASSA;**
- **ALBERI A VELOCITÀ VARIABILE: SI FA GIRARE IL ROTORE ALLA STESSA VELOCITÀ DI QUELLA DEL VENTO E COSÌ SI AUMENTA LA RESA.**

DI SOLITO LE MACCHINE MODERNE INIZIANO A FUNZIONARE QUANDO LA VELOCITÀ DEL VENTO RAGGIUNGE CIRCA I 15 km/h, RAGGIUNGONO IL LORO *RATED POWER* DAI 40 AI 48 km/h, E SI FERMANO QUANDO LA VELOCITÀ DEL VENTO RAGGIUNGE I 100 km/h.

CLASSIFICAZIONE DELLE TURBINE

LE TURBINE AD ASSE ORIZZONTALE USATE OGGIGIORNO SI POSSONO DIVIDERE I TRE GRANDI GRUPPI, ASSUMENDO COME CRITERIO DISCRIMINANTE LA TAGLIA INTESA COME POTENZA DEL GENERATORE COLLEGATO ALLE PALE E COME DIAMETRO DEL ROTORE.

TIPOLOGIA	POTENZA GENERATORE	DIAMETRO ROTORE
PICCOLA TAGLIA	$P < 100 \text{ kW}$	$D < 20 \text{ m}$
MEDIA-TAGLIA	$100 \text{ kW} < P < 1.000 \text{ kW}$	$20 \text{ m} < D < 50 \text{ m}$
GRANDE TAGLIA	$P > 1.000 \text{ kW}$	$D > 50 \text{ m}$

“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

BARRIERE ALLO SVILUPPO DELL’EOLICO IMPATTO VISIVO E OCCUPAZIONE DEL TERRITORIO

L’IMPATTO VISIVO È LA BARRIERA PIÙ RILEVANTE DELL’EOLICO. SPESSO I SITI “VOCATI” RIGUARDANO AREE DI VALORE AMBIENTALE QUINDI L’IMPIANTO PUÒ ENTRARE IN CONTRADDIZIONE CON LE ESIGENZE DI SALVAGUARDIA DELLO SCENARIO D’INSIEME.

È POSSIBILE RIDURRE AL MINIMO GLI EFFETTI VISIVI “SGRADEVOLI”, ALCUNI STUDI HANNO CONSENTITO DI INDIVIDUARE SOLUZIONI COSTRUTTIVE CHE CONSISTONO NELL’IMPIEGO DI TORRI TUBOLARI O A TRALICCIO A SECONDA DEL CONTESTO, DI COLORI NEUTRI PER FAVORIRE L’INTEGRAZIONE NEL PAESAGGIO, NELL’ADOZIONE DI CONFIGURAZIONI GEOMETRICHE REGOLARI.

IL TERRENO EFFETTIVAMENTE OCCUPATO DALLE MACCHINE E DAI SERVIZI ANNESSI È PARI AD UNA MINIMA PARTE DEL TERRITORIO DEL PARCO EOLICO, ESSENDO LA RESTANTE PARTE RICHIESTA SOLO PER LE ESIGENZE DI DISTANZA FRA LE TURBINE PER EVITARE IL FENOMENO DELL’INTERFERENZA AREODINAMICA. È QUINDI POSSIBILE CONTINUARE A UTILIZZARE IL TERRITORIO ANCHE PER ALTRI IMPIEGHI, COME L’AGRICOLTURA E LA PASTORIZIA, SENZA ALCUNA CONTROINDICAZIONE.

L’INCREMENTO DELLA POTENZA UNITARIA DELLE TURBINE CONSENTE DI OTTENERE UNA RIDUZIONE DEL TERRITORIO OCCUPATO A PARITÀ DI POTENZA INSTALLATA.

BARRIERE ALLO SVILUPPO DELL’EOLICO RUMORE

LE TURBINE PRODUCONO RUMORE GENERATO DAI COMPONENTI ELETTROMECCANICI E DA FENOMENI AERODINAMICI CHE HANNO LUOGO CON LA ROTAZIONE DELLE PALE E DIPENDONO DALLE LORO CARATTERISTICHE E DALLA VELOCITÀ PERIFERICA.

TUTTAVIA, IL PROBLEMA È SICURAMENTE TRASCURABILE OVE SI TENGA CONTO DI DUE ELEMENTI.

IL PRIMO È CHE IL RUMORE PERCEPITO IN PROSSIMITÀ DI IMPIANTI EOLICI VIENE TALVOLTA ERRONEAMENTE ATTRIBUITO AI SOLI GENERATORI EOLICI, IN REALTÀ IN ZONE VENTOSE E A QUALCHE CENTINAIA DI METRI DI DISTANZA DAI GENERATORI STESSI, IL RUMORE DI FONDO CAUSATO DAL VENTO È PARAGONABILE A QUELLO DOVUTO AGLI AEROGENERATORI.

INOLTRE, NEL RAGGIO DI 200 METRI, IL RUMORE CHE SI PERCEPISCE È MOLTO SIMILE COME INTENSITÀ A QUELLO CUI SI È SOTTOPOSTI IN SITUAZIONI ORDINARIE CHE SI VIVONO QUOTIDIANAMENTE. PERTANTO, ANCHE GLI OPERATORI CHE SI TROVASSERO A LAVORARE ALL’INTERNO DELL’AREA ADIBITA A CENTRALE SAREBBERO SOTTOPOSTI A UN DISTURBO, DOVUTO AL RUMORE, DEL TUTTO ACCETTABILE.

IN OGNI CASO, A UNA DISTANZA DI CIRCA 4-500 METRI DALL’IMPIANTO GLI EFFETTI SONORI DOVUTI ALLA PRESENZA DELLE MACCHINE EOLICHE DIVENTANO DEL TUTTO TRASCURABILI.

“Fa’ la cosa giusta”
Sabato 20 Novembre 2004
Relatore: Ing. Nicola Graniglia

BARRIERE ALLO SVILUPPO DELL’EOLICO INTERFERENZE ELETTROMAGNETICHE SULLE TELECOMUNICAZIONI

L’ORIGINE DI DISTURBI ELETTROMAGNETICI DOVUTI ALLA PRESENZA DI AREOGENERATORI È DA RICERCARE NELLA INTERFERENZA DELLE PALE (SPECIALMENTE SE IN MATERIALI METALLICI O RIFLETTENTI O SE DOTATE DI STRUTTURE METALLICHE ALL’INTERNO) E DEI SOSTEGNI CON CAMPI ELETTROMAGNETICI SUPPORTO DI TELECOMUNICAZIONI (TELEVISIONE, SEGNALI DI PONTI RADIO, MEZZI DI AIUTO ALLA RADIONAVIGAZIONE, ECC.).

I RISULTATI DELLE RICERCHE SU QUESTO TEMA SONO IN GENERE CONFORTANTI E MOSTRANO CHE È POSSIBILE EVITARE DEL TUTTO LE INTERFERENZE CON OPPORTUNI ACCORGIMENTI SOPRATTUTTO CONSIDERANDO IL PROGRESSIVO RICORSO A MATERIALI NON METALLICI NELLA COSTRUZIONE DELLE TURBINE.

“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

BARRIERE ALLO SVILUPPO DELL’EOLICO EFFETTI SU FLORA E FAUNA

DALLA ESPERIENZE MATURATE IN PAESI CON ELEVATA DIFFUSIONE DELL’EOLICO (USA, DANIMARCA, OLANDA, GERMANIA) NON RISULTA ALCUN EFFETTO MISURABILE.

PER QUANTO RIGUARDA LA FAUNA, SONO GLI UCCELLI A POTER SUBIRE EFFETTI DOVUTI ALLA PRESENZA DELLE TURBINE: C’È INFATTI IL RISCHIO DI COLLISIONE CON LE PALE.

A TALE RIGUARDO, ALCUNI DATI RIFERITI A CENTRALI EOLICHE ESISTENTI (USA E SPAGNA) HANNO EVIDENZIATO DANNI CONTENUTI E COMUNQUE NON SUPERIORI A QUELLI CAUSATI DA QUALUNQUE ALTRA COSTRUZIONE UMANA.

VI SONO IN MERITO ALCUNI DATI SPERIMENTALI: TRA IL 1989 E IL 1991, PRESSO LA CENTRALE EOLICA DI ALTAMON PASS SONO STATI TROVATI MORTI 182 UCCELLI.

QUESTI DATI POSSONO SEMBRARE RILEVANTI: IN REALTÀ, SE SONO CONFRONTATI CON I DANNI PRODOTTI DA ALTRE OPERE UMANE O DA QUALUNQUE ALTRA FONTE ENERGETICA CONVENZIONALE, MOSTRANO CHE L’IMPATTO DELL’ENERGIA EOLICA SULL’AVIFAUNA È DEL TUTTO ACCETTABILE. UNO STUDIO DANESE HA MOSTRATO CHE UNA SCHIERA DI AREOGENERATORI DI UN CHILOMETRO HA SUGLI UCCELLI EFFETTI PARAGONABILI A QUELLI DI UN CHILOMETRO DI AUTOSTRADA E INFERIORI A QUELLI DI UN CHILOMETRO DI LINEA ELETTRICA AD ALTA TENSIONE.

INOLTRE SONO STATI ESEGUITI ACCURATI MONITORAGGI E SI È RILEVATO UNA SORTA DI “EVOLUZIONE ADATTATIVA” DEGLI UCCELLI STESSI ALLE MUTATE CONDIZIONI AMBIENTALI, CON UNA SENSIBILE RIDUZIONE NEL TEMPO DEL NUMERO DI ESEMPLARI DANNEGGIATI DALLA PRESENZA DEI GENERATORI.

“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

BARRIERE ALLO SVILUPPO DELL’EOLICO ITER AUTORIZZATIVI

- CONCESSIONE EDILIZIA O ALTRO ATTO ABILITATIVO RILASCIATO DAL COMUNE COMPETENTE PER TERRITORIO
- AUTORIZZAZIONE ALL’INSTALLAZIONE DA PARTE DELLA PROVINCIA
- NULLA OSTA AMBIENTALE A SEGUITO DELLA PROCEDURA DI VIA DA PARTE DELLA REGIONE
- NULLA OSTA AI SENSI DEL R.D. 3267/1923 DA PARTE DELL’ISPettorato FORESTALE IN CASO DI PRESENZA DI VINCOLO IDROGEOLOGICO
- NULLA OSTA DELLA SOPrintendenza ARCHEOLOGICA
- NULLA OSTA DELLE FF.AA. PER LA SICUREZZA DEL VOLO A BASSA QUOTA
- NULLA OSTA DELL’ENAC E DELL’ENAV PER LA SICUREZZA DEL VOLO E PER LA SEGnalAZIONE DEGLI OSTACOLI VERTICALI
- AUTORIZZAZIONE DEL GENIO CIVILE ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DELL’Elettrodotto DI COLLEGAMENTO E DELLA CABINA DI TRASFORMAZIONE
- AUTORIZZAZIONE AL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE RILASCIATA DAL GRN
- EVENTUALI ALTRI PARERI O NULLA OSTA QUALORA VI SIANO PARTICOLARI VINCOLI
- PARERE SULL’INTERFERENZA ALLE RADIOFREQUENZE DA PARTE DEL MINISTERO DELLE TELECOMUNICAZIONI
- PARERE FAVOREVOLE DELLA ASL

“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

SOLUZIONI IMPIANTISTICHE **IMPIANTI COLLEGATI ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE**

I PARCHI EOLICI (*WIND FARMS*) SONO GRUPPI DI PIÙ TURBINE INTERCONNESSE. LE MACCHINE EOLICHE DEVONO ESSERE POSIZIONATE A DEBITA DISTANZA L'UNA DALL'ALTRA PER EVITARE IL FENOMENO DELL'INTERFERENZA AREODINAMICA, CHE HA DUE CONSEGUENZE: AUMENTO DELLA TURBOLENZA E PERDITE DI POTENZA. LA DISTANZA FRA LE MACCHINE SI ESPRIME IN NUMERI DI DIAMETRI DELLA MACCHINA. NEL CASO DI PARCHI EOLICI POSTI IN SITI CON VENTI MULTIDIREZIONALI, LA DISTANZA RACCOMANDATA È PARI A 7 DIAMETRI, MENTRE QUELLA TRA LE FILE PERPENDICOLARI ALLA DIREZIONE DEL VENTO PARI A 3-5 DIAMETRI.

LE TURBINE POSSONO ESSERE COLLOCATE SIA SULLA TERRA FERMA (*ON-SHORE*), SIA FUORI COSTA (*OFF-SHORE*).

NEL CASO DI INSTALLAZIONI *OFF-SHORE* LA PRODUZIONE AUMENTA PERCHÉ LE VELOCITÀ DEL VENTO SONO PIÙ ELEVATE E I COSTI SONO PIÙ ALTI DEL 50%. LO SVILUPPO DI QUESTA MODALITÀ IMPIANTISTICA RICHIEDE UN NUMERO ELEVATO DI GRANDI AEROGENERATORI IN MODO DA COMPENSARE GLI ALTI COSTI DI INSTALLAZIONE, CONNESSIONE ALLA RETE A TERRA E MONITORAGGIO REMOTO. LE INSTALLAZIONI ATTUALI, SOPRATTUTTO PER MOTIVI ECONOMICI, SONO REALIZZATE SU FONDALI BASSI (<10 m) E POCO LONTANO DALLA COSTA.

“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

SOLUZIONI IMPIANTISTICHE **IMPIANTI NON COLLEGATI ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE**

LE RETI AUTONOME ALIMENTATE DA FONTE EOLICA COSTITUISCONO UNA PROMETTENTE APPLICAZIONE. LA FORNITURA DI ELETTRICITÀ A UTENZE CON UNA DOMANDA ELEVATA E LONTANE DALLA RETE VIENE GENERALMENTE ATTUATA MEDIANTE GENERATORI DIESEL. SPESSO PERÒ QUESTA SOLUZIONE È COSTOSA A CAUSA DEGLI ALTI COSTI DI MANUTENZIONE E FORNITURA (SENZA CONTARE L’ASPETTO AMBIENTALE).

LA SOLUZIONE IDEALE È IL RICORSO AI SISTEMI IBRIDI CHE UTILIZZANO LA FONTE EOLICA (O ALTRE RINNOVABILI ED IN SPECIAL MODO IL SOLARE FOTOVOLTAICO) INSIEME AD UNA FONTE TRADIZIONALE (GENERALMENTE DIESEL). RISULTA PIUTTOSTO ECONOMICA NEL CASO DI CONNESSIONE A RETI DECENTRATE DI POTENZA FINO AL MW (È IL CASO DI PICCOLE ISOLE).

UN SISTEMA EOLICO-DIESEL È TIPICAMENTE COSTITUITO ANCHE DA QUALCHE DECINA DI TURBINE DI TAGLIA MEDIO-PICCOLA ASSOCIATE AD UN SISTEMA DI ACCUMULO E CONNESSE AD UNA RETE DI MEDIA O BASSA TENSIONE UTILIZZANDO IL GENERATORE DIESEL PER GARANTIRE LA CONTINUITÀ DELLA FORNITURA.

IL COSTO DEL kWh RISULTA MAGGIORE CHE NEL CASO DI GRANDI TURBINE MA COMUNQUE QUASI SEMPRE MINORE RISPETTO ALLA PRODUZIONE CON SOLO DIESEL, DIPENDENDO IN QUEST’ULTIMO CASO ANCHE DAI PROBLEMI DI APPROVVIGIONAMENTO.

“Fa’ la cosa giusta”

Sabato 20 Novembre 2004

Relatore: Ing. Nicola Graniglia

SOLUZIONI IMPIANTISTICHE **IMPIANTI NON COLLEGATI ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE**

LE UTENZE ISOLATE (CIOÈ UTENZE CHE NON È POSSIBILE RAGGIUNGERE CON LA RETE A CAUSA DEI COSTI) COSTITUISCONO UN’ALTRA APPLICAZIONE DELLE TURBINE EOLICHE.

PER QUEI SITI DOVE LA RISORSA VENTO È SUFFICIENTE (VELOCITÀ MEDIA ANNUA SOPRA I 5 m/s), L’ENERGIA EOLICA PUÒ OFFRIRE UN’ALTERNATIVA AFFIDABILE ED ECONOMICA PER SERVIRE UTENZE DOMESTICHE CONVENZIONALI.

DIFFUSIONE DELL'EOLICO

NEGLI ULTIMI CINQUE ANNI LA POTENZA EOLICA INSTALLATA È CRESCIUTA, SU SCALA MONDIALE, DEL 30% ANNUO.

NEL 2001 SI È REGISTRATO UN AUMENTO RECORD: 6.500 MW, OLTRE IL 70% RISPETTO ALL'ANNO PRECEDENTE.

LA POTENZA EOLICA INSTALLATA HA RAGGIUNTO, SU SCALA MONDIALE, UN TOTALE DI POCO INFERIORE AI 40.000 MW AL SETTEMBRE 2004 (IL 75% SI TROVA IN EUROPA E PRODUCE 60 TWh ALL'ANNO PARI AL 2,4% DEI CONSUMI DELL'UNIONE EUROPEA).

AL PRIMO POSTO È LA GERMANIA CON UN TOTALE DI CIRCA 8.750 DI POTENZA INSTALLATA. L'ENERGIA EOLICA TEDESCA FORNISCE IL 6,5% DELLA PRODUZIONE NAZIONALE DI ELETTRICITÀ.

AL SECONDO POSTO È LA SPAGNA, CON UNA POTENZA EOLICA TOTALE DI 6.500 MW CHE FORNISCE IL 6% DELLA PRODUZIONE NAZIONALE DI ELETTRICITÀ .

LA DANIMARCA, CON UNA POTENZA EOLICA INSTALLATA DI 3.200 MW, È AL TERZO POSTO CON UNA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA PARI AL 20% DEL FABBISOGNO NAZIONALE.

AL QUARTO E QUINTO POSTO SEGUONO GLI STATI UNITI E L'INDIA.

QUESTI CINQUE PAESI TOTALIZZANO L'84% DELLA POTENZA EOLICA MONDIALE.

LE PROSPETTIVE FUTURE

SI PREVEDE IN GENERALE UN FORTE SVILUPPO DELL'INDUSTRIA EOLICA CHE POTREBBE RAGGIUNGERE NEI PROSSIMI CINQUE ANNI, SU SCALA EUROPEA, UNA POTENZA INSTALLATA DI ALMENO 75.000 MW.

USANDO L'ENERGIA EOLICA, SI POTREBBE ENTRO IL 2020 PRODURRE IL 12% DEL FABBISOGNO ELETTRICO MONDIALE E ALMENO IL 20% DI QUELLO EUROPEO.

TRA I VARI PROGRAMMI NAZIONALI, HA FATTO NOTIZIA L'ANNUNCIO CHE LA FRANCIA PUNTERÀ DECISAMENTE SULL'ENERGIA DEL VENTO: IL MINISTRO DELL'INDUSTRIA FRANCESE HA ANNUNCIATO UN PROGRAMMA DI 7-10000 MW DI CENTRALI EOLICHE ENTRO IL 2010, CON UN INVESTIMENTO DI OLTRE 10 MLD DI EURO.

ANALOGHI PROGRAMMI SONO STATI PRESENTATI DALL'INDIA CHE PREVEDE 6000 MW ENTRO IL 2012 E DALLA GRAN BRETAGNA CHE HA ILLUSTRATO IL PIANO DEL 10% DI RINNOVABILI AL 2010 DI CUI ALMENO 1500 MW REALIZZATI CON CENTRALI EOLICHE OFF-SHORE.

IN MOLTI PAESI DEL NORD EUROPA LA SOLUZIONE DI INSTALLARE CENTRALI EOLICHE NEI BRACCI DI MARE POCO PROFONDI DELLE COSTE È CONSIDERATA LA SOLUZIONE OTTIMALE PER SUPPLIRE ALLA MANCANZA DI VASTI SPAZI DISPONIBILI PER LE WIND FARMS, PER SUPERARE LA CRESCENTE OPPOSIZIONE AMBIENTALE ALL'USO ECCESSIVO DEL TERRITORIO, PER SFRUTTARE REGIMI DI VENTO PIÙ REGOLARI E COMPENSARE COSÌ I COSTI SENSIBILMENTE DAL 50% AL 100% PIÙ ALTI.

LA SITUAZIONE IN ITALIA E LE PROSPETTIVE FUTURE

L'ITALIA È A UN LIVELLO ANCORA BASSO, CON UNA POTENZA INSTALLATA DI 1.040 MW AL SETTEMBRE 2004 ED UNA GENERAZIONE DI ENERGIA ELETTRICA PARI ALLO 0,5% DEL TOTALE.

SONO INSTALLATE 1.644 TURBINE PER UNA POTENZA MEDIA DI 880 kW A TURBINA CONTRO I 640 kW DEL 2000.

LE POTENZIALITÀ SONO STIMATE IN 5.000 MW SU TUTTO IL TERRITORIO NAZIONALE.

LA PREVISIONE È DI INSTALLARE UN POTENZA COMPLESSIVA DI CIRCA 780 MW AL 2005; 1.400 MW AL 2006 E 2.500/3.000 AL 2012.

REGIONE	POTENZA INSTALLATA [MW]	INSTALLAZIONI PREVISTE AL 2005 [MW]
CAMPANIA	264	120
PUGLIA	221	150
SARDEGNA	165	160
SICILIA	127	250
ABRUZZO	126	25
BASILICATA	85	66
MOLISE	35	-

IL MINI-EOLICO

NEGLI ULTIMI ANNI LE TECNOLOGIE ADOTTATE PER LE TURBINE CON POTENZA INFERIORE AI 100 kW HANNO RAGGIUNTO I MASSIMI LIVELLI ANCHE GRAZIE ALL’ESPERIENZA MATURATA NEL SETTORE DELLE TURBINE CON POTENZE SUPERIORI.

IL RISULTATO PRINCIPALE DELLO SVILUPPO TECNOLOGICO È STATO QUELLO DI ABBASSARE NOTEVOLMENTE IL LIMITE MINIMO DI FUNZIONAMENTO DI QUESTE MACCHINE RENDENDOLE EFFICACI ANCHE PER VALORI DI VELOCITÀ DEL VENTO MOLTO BASSE.

SONO STATE SVILUPPATE TURBINE CON DIVERSE POTENZE E CON RANGE DI FUNZIONAMENTO MOLTO AMPI PER QUANTO RIGUARDA LE VELOCITÀ MEDIE DEL VENTO E CHE QUINDI POSSONO FUNZIONARE PER ALCUNE MIGLIAIA DI ORE ALL’ANNO.

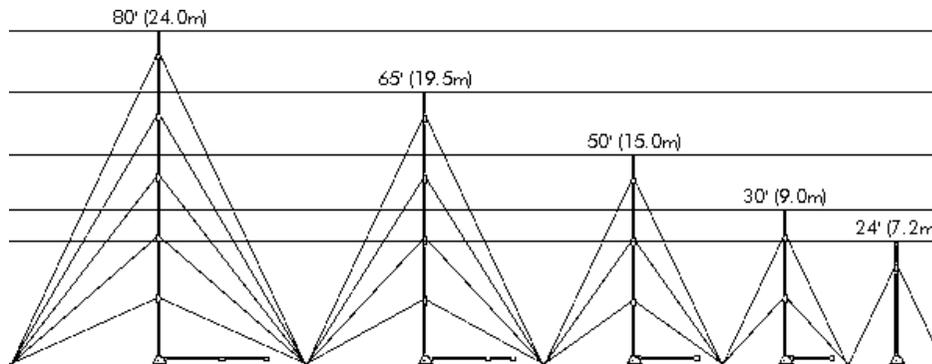
VENGONO USATE TIPICAMENTE PER LE UTENZE ISOLATE, UNITAMENTE AD UN SISTEMA DI BATTERIE PER L’ACCUMULO DELL’ENERGIA PRODOTTA, POSSONO ESSERE ALLACCIATE DIRETTAMENTE IN RETE (*NET METERING*), POSSONO ALIMENTARE PICCOLE RETI, SISTEMI DI POMPAGGIO E RECINZIONI ELETTRIFICATE.

QUESTI SISTEMI GARANTISCONO ALTA AFFIDABILITÀ DI FUNZIONAMENTO ED ALLO STESSO TEMPO NON RICHIEDONO INTERVENTI DI MANUTENZIONE.

TURBINE CON POTENZA < 1 kW

VI SONO DIVERSE TIPOLOGIE DI SISTEMI DI MINI EOLICO CON POTENZE INFERIORI AL kW, LE TAGLIE REPERIBILI SONO SOLITAMENTE PARI A 400, 500 E 900 W.

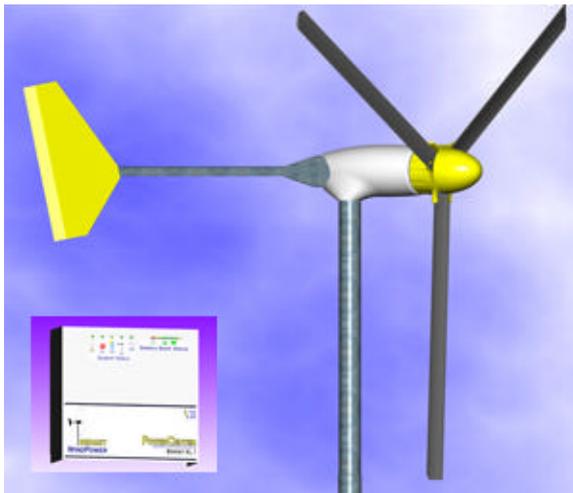
I SISTEMI SONO FORMATI DA TURBINA, PALO DI SOSTEGNO METALLICO CON ALTEZZE VARIABILI, INVERTER, APPARECCHIATURE ELETTRICHE, CAVI E CONTATORE (O BATTERIE)



TURBINE DA 1 kW

IL DIAMETRO È DI CIRCA 2-2,5 m E HANNO POTENZA DI PICCO DI 1,5-1,6 kW. SONO AD ASSE ORIZZONTALE, A 2/3 PALE (DI SOLITO IN FIBRA DI VETRO E NON ORIENTABILI) E CON TORRE DI SOSTEGNO TUBOLARE CON ALTEZZE DA 9 A 32 m.

LA VELOCITÀ MINIMA DEL VENTO NECESSARIA AL FUNZIONAMENTO DI QUESTE MACCHINE È DI 2,5 m/s. LA VELOCITÀ MASSIMA DI FUNZIONAMENTO È DI 55 m/s. IL FUNZIONAMENTO PUÒ SUPERARE LE 6.000 ORE ALL'ANNO.



Rese energetiche medie in funzione della velocità del vento media ad altezza mozzo rotore			
Velocità media [m/s]	Produzione media [kWh]		
	Giornaliera	Mensile	Annuale
3,5	1,9	55	680
4	2,8	85	1010
4,5	3,9	115	1410
5	5,1	155	1850
5,5	6,4	195	2320
6	7,7	235	2790
6,5	8,9	270	3260

TURBINE DA 10 A 20 kW

POSSONO ESSERE ALLACCIATE IN RETE, FUNZIONARE CON SISTEMI DI BATTERIE DI CARICO O SERVIRE PER IL FUNZIONAMENTO DI POMPE DI SOLLEVAMENTO DELL’ACQUA DA UN POZZO. IL DIAMETRO DEI ROTORI È DI CIRCA 5/8 m.

SONO AD ASSE ORIZZONTALE, A TRE PALE (DI SOLITO IN FIBRA DI VETRO E ORIENTABILI) E CON LA TORRE DI SOSTEGNO TUBOLARE O RETICOLARE CON ALTEZZE VARIABILI DA 18 A 40 m A SECONDA DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO DI INSTALLAZIONE.

LA VELOCITÀ MINIMA DEL VENTO NECESSARIA AL FUNZIONAMENTO È DI 3,5 m/s. LA VELOCITÀ MASSIMA DI FUNZIONAMENTO È DI 55 m/s. IL FUNZIONAMENTO PUÒ SUPERARE LE 5.000 ORE ALL’ANNO.



Rese energetiche medie in funzione della velocità vento media ad altezza mozzo rotore			
Velocità media [m/s]	Produzione media [kWh]		
	Giornaliera	Mensile	Annuale
3,5	15,5	471	5653
4	23,3	708	8494
4,5	32,0	972	11664
5	41,0	1247	14960
5,5	49,8	1515	18177
6	57,9	1762	21148
6,5	65,1	1980	23755

TURBINE DA 50-100 kW

SONO UNICAMENTE ALLACCIABILI IN RETE POICHÉ RICHIEDEREBBERO UN SISTEMA DI BATTERIE CON DIMENSIONI E COSTI ELEVATI. IL DIAMETRO DEI ROTORI È VARIABILE DA 14 A 25 m.

SONO MACCHINE AD ASSE ORIZZONTALE, A 3 PALE (IN FIBRA DI VETRO E ORIENTABILI) E CON LA TORRE DI SOSTEGNO TUBOLARE O RETICOLARE CON ALTEZZE VARIABILI DA 28 A 40 m.

LA VELOCITÀ MINIMA DEL VENTO NECESSARIA AL FUNZIONAMENTO DI QUESTE MACCHINE È DI 4 m/s. LA VELOCITÀ MASSIMA DI FUNZIONAMENTO È DI 70 m/s. IL FUNZIONAMENTO PUÒ SUPERARE LE 6.500 ORE ALL'ANNO.

