

PROPONENTE

## Repower Renewable Spa

Via Lavaredo, 44  
30174 Mestre (VE)

**REPOWER**  
L'energia che ti serve.

PROGETTAZIONE



Sinergo Spa - via Ca' Bembo 152  
30030 - Maerne di Martellago - Venezia - Italy  
tel 041.3642511 - fax 041.640481

sinergospa.com - info@sinergospa.com

Numero di commessa interno progettazione: 20032

Progettista :  
Ing. Filippo Bittante



**TENPROJECT**

Tenproject Srl - via De Gasperi 61  
82018 S. Giorgio del Sannio (BN)  
t +39 0824 337144 - f +39 0824 49315  
tenproject.it - info@tenproject.it

N° COMMESSA

# 1443

**PARCO EOLICO "BORGO CHITARRA"**  
**LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI**  
**COMUNI DI MAZARA DEL VALLO E MARSALA**

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE

ELABORATO

STIMA DELLA PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO

CODICE ELABORATO

# 9.3

NOME FILE

1443-PD\_A\_9.3\_REL\_r00

00	Marzo/2021	PRIMA EMISSIONE	FB	Geom. E. Cossalter	Ing. Filippo Bittante
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVAZIONE



## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Layout e aerogeneratori.....</b>	<b>2</b>
2.1. Layout d'impianto .....	2
2.2. Modello aerogeneratore.....	4
<b>3. Dati anemometrici .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Valutazione preliminare della produzione attesa .....</b>	<b>8</b>
4.1.1. Emissioni evitate ed energia fossile risparmiata.....	9
<b>5. Conclusioni .....</b>	<b>11</b>

## RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

### 1. PREMESSA

La Società REpower Renewable S.p.a. (il "**Committente**") ha incaricato la Società Windfor S.r.l. ("**Windfor**" o il "**Consulente**") di svolgere un'analisi preliminare allo scopo di determinare la potenzialità di un impianto eolico in progetto nel territorio del Comune di Mazara del Vallo, nel libero consorzio comunale di Trapani, ubicato nella Regione Sicilia.

L'attività è consistita nella valutazione in via preliminare della produzione attesa dell'impianto, sulla base di studi effettuati dal Consulente circa il regime di ventosità in quota, calcolato sull'area con modelli matematici.

Tutta l'attività è stata svolta con approccio e strumenti professionali, secondo quanto previsto dalle metodologie internazionali per la valutazione preventiva della produzione attesa degli impianti eolici.

### 2. LAYOUT E AEROGENERATORI

Essendo il progetto in fase preliminare, gli elementi di riferimento ai fini della presente valutazione della produzione attesa si compongono dei seguenti elementi:

- un'ipotesi di layout di impianto
- n° 1 modello di aerogeneratore da utilizzare nella valutazione

Non sono stati forniti informazioni circa layout di impianti terzi in esercizio o in sviluppo in prossimità dell'impianto di progetto, tuttavia dalle ortofoto e dai dati pubblicamente disponibili si conferma che si riscontrano impianti operativi nell'area da considerare nell'analisi di producibilità dell'impianto al fine di includere scie esterne.

Si segnala che non è stato al momento condotto un sopralluogo al sito.

#### 2.1. Layout d'impianto

Ai fini della valutazione preliminare della produzione attesa dell'impianto è stato preso a riferimento il seguente layout composto da n° 8 posizioni, come fornito dal **Committente**.

**Tabella 1: Borgo Chitarra coordinate**

UTM WGS84 – Zona 33			
WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Elevazione [m]
A01	289056	4184203	140
A02	289962	4184458	156
A03	290684	4184717	114
A04	291092	4185145	106
A05	290501	4183459	125
A06	291723	4183903	96
A07	292557	4184488	102
A08	293208	4185046	122

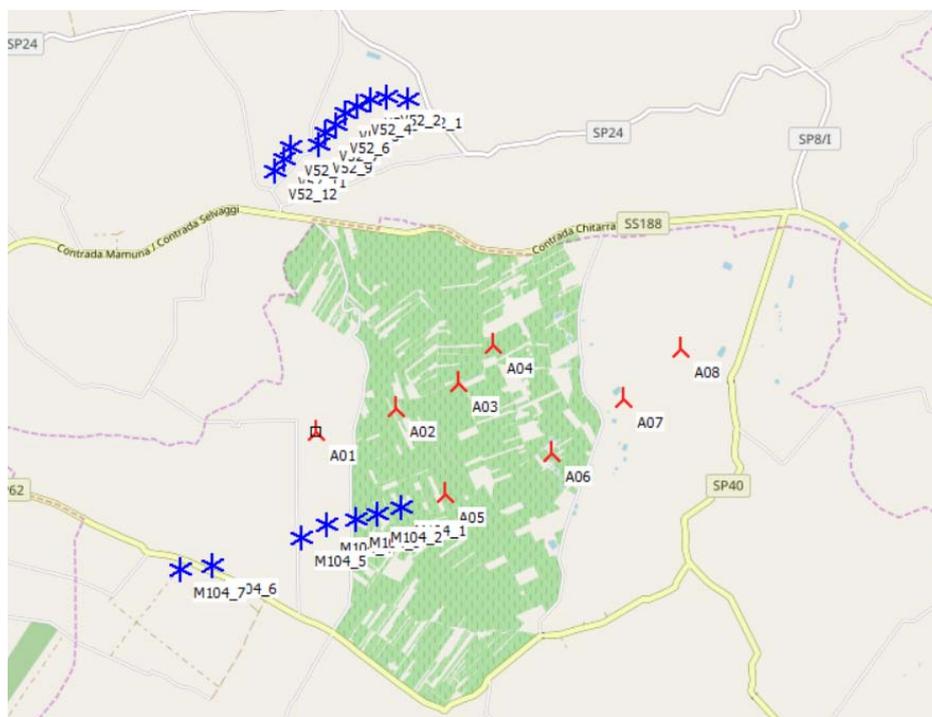
Nella tabella seguente sono riportate le inter-distanze tra le n° 8 posizioni d'impianto rispetto a un diametro di rotore di 170 m (diametro massimo tra quelli indicati).

Di norma, l'inter-distanza tra le macchine di impianto deve essere di almeno 3 diametri di rotore tra le macchine allineate perpendicolarmente alla direzione prevalente del vento e di almeno 5 diametri di rotore tra le macchine posizionate in scia alla direzione prevalente. Si evidenzia che non sono presenti inter-distanze inferiori ai 3 diametri di rotore, mentre le turbine A03 e A04 sono separate lungo la direzione prevalente da meno di 4 diametri di rotore.

**Tabella 2: Inter-distanze in termini di metri e di rotori (D = 150 m \ Metri)**

D\Metri	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08
A01	-	941	1707	2243	1625	2684	3513	4237
A02	6.3	-	767	1322	1135	1846	2595	3299
A03	11.4	5.1	-	591	1271	1320	1887	2545
A04	15.0	8.8	3.9	-	1787	1393	1606	2118
A05	10.8	7.6	8.5	11.9	-	1300	2299	3138
A06	17.9	12.3	8.8	9.3	8.7	-	1019	1874
A07	23.4	17.3	12.6	10.7	15.3	6.8	-	857
A08	28.2	22.0	17.0	14.1	20.9	12.5	5.7	-

Le posizioni degli aerogeneratori sono presentate in Figura 1, in colore rosso per il progetto del **Committente** e in colore blu per gli aerogeneratori esterni.



**Figura 1: Mappa del sito con le posizioni proposte per gli aerogeneratori**

## 2.2. Modello aerogeneratore

Lo studio del progetto è stato richiesto con la seguente configurazione:

**Tabella 3: Configurazione del layout**

Modello aerogeneratore	Potenza [MW]	Altezza mozzo [m]	Potenza totale [MW]
8 x VESTAS V150	6.0	125.0	48.0

La curve di potenza degli aerogeneratori è stata dedotta dalla documentazione del Costruttore ed è stata considerata alla classe di densità dell'aria prossima a quella del sito (1.19 Kg/m<sup>3</sup>).

**Tabella 4: Vestas V150-6.0MW, curva di potenza e Ct**

Modello		V150-6.0MW	Diametro [m]	150.0
Potenza [MW]		6.0	Altezza mozzo [m]	125.0
Rated WS [m/s]		13.5	IEC class	S
Velocità Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/25.0	Densità aria [kg/m³]	1.2
Bin WS [m/s]	Potenza [kW]	Ct [-]		
0	0	0		
1	0	0		
2	0	0		
3	37	0.862		
4	243	0.807		
5	550	0.784		
6	1009	0.785		
7	1656	0.786		
8	2511	0.787		
9	3582	0.770		
10	4693	0.680		
11	5578	0.558		
12	5941	0.428		
13	5996	0.324		
14	6000	0.253		
15	6000	0.202		
16	6000	0.166		
17	5836	0.134		
18	5347	0.104		
19	4882	0.080		
20	4419	0.063		
21	3962	0.049		
22	3492	0.039		
23	3009	0.030		
24	2577	0.023		
25	2040	0.017		
26	-	-		
27	-	-		
28	-	-		
29	-	-		
30	-	-		

### 3. DATI ANEMOMETRICI

Sono Il **Committente** non ha ancora impostato una campagna di misura anemometrica al sito e quindi, in assenza di dati del vento specifici del sito, il calcolo del campo di vento (Atlas) è stato effettuato sulla base di studi effettuati dal **Consulente** sul regime di ventosità in quota, calcolato sull'area con modelli matematici, utilizzando i dati di una stazione anemometrica di proprietà del Committente installata nel Comune di Buseto Palizzolo con la quale è stata calibrata una serie Vortex di dati di rianalisi ERA5 scalata nel centro del sito ad altezza del mozzo di 125 m.

Dal rapporto di installazione fornito della stazione anemometrica si desumono la seguente denominazione della stazione, il relativo codici e la posizioni nel sistema di coordinate UTM-ED50, come indicati nella seguente tabella.

**Tabella 5: Stazione anemometrica Buseto Palizzolo coordinate**

Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre s.l.s.	Coordinate UTM-ED50 - Fuso 33		Altitudine s.l.m.
			Longitudine E	Latitudine N	
BUSETO PALIZZOLO H70	05675	70 m	296,423 m	4,211,195 m	293 m

La data di installazione ed il periodo di dati rilevati e forniti sono indicati nella tabella seguente.

**Tabella 6: Stazione anemometrica Buseto Palizzolo periodo di misura**

Nome Stazione	Codice Stazione	Periodo di rilevazione		N° mesi
		Data inizio	Data fine	
BUSETO PALIZZOLO H70	05675	3 Dicembre 2009	12 Maggio 2014	53.3

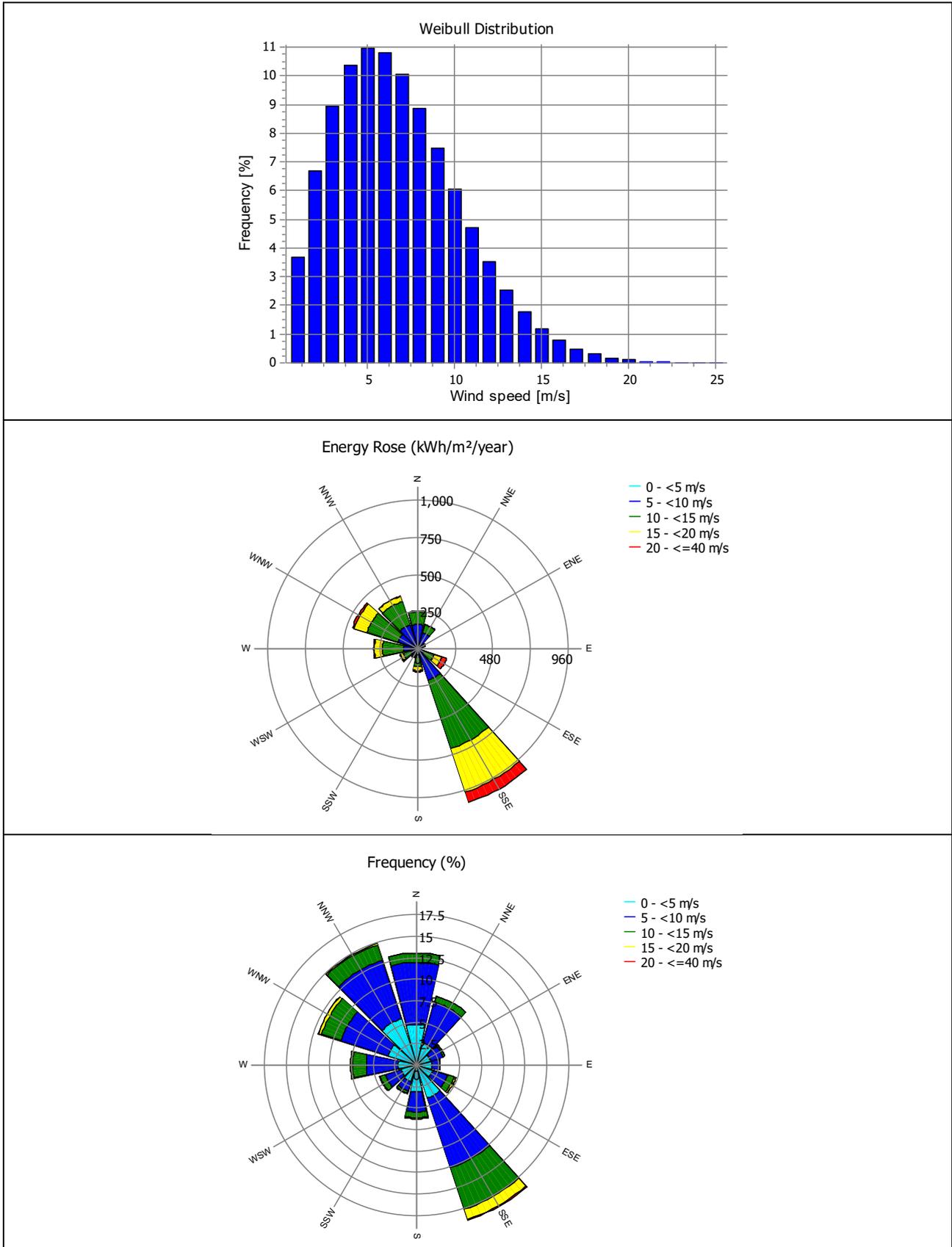
Le seguenti informazioni riassumono le caratteristiche della stazione di misura:

○ **BUSETO PALIZZOLO H70 codice 05675**

La stazione di misura è costituita da un sostegno a traliccio in acciaio ancorato al suolo mediante stralli ed equipaggiata con quattro sensori per la misura della velocità del vento posizionati su mensole poste a 70, 60, 50 e 40 m dal suolo.

I sensori anemometrici sono del tipo "NRG #40C" calibrati, i certificati di calibrazione, prodotti dalle Società Otech Engineering e Svend Ole Hansen, sono acclusi alla documentazione che certifica l'installazione della stazione e le successive manutenzioni; la misura della direzione del vento è effettuata con tre banderuole "NRG #200P Wind Vane" poste su mensole a 70, 50 e 40 m dal suolo; il sistema di acquisizione, modello Nomad 2, è identificato dal n° di serie 05675. La stazione è equipaggiata inoltre da un sensore di temperatura, modello "NRG#100S", posto a 5 m dal suolo e da un barometro per la misura della pressione atmosferica, modello "NRG#BP20" posto a 3 m dal suolo; la stazione è inoltre dotata di un sistema di trasmissione GSM per l'invio giornaliero dei dati rilevati.

Durante la campagna di misure si evidenzia una manutenzione straordinaria, eseguita in data 21/03/2014, in cui è stato sostituito l'anemometro a 50 m dal suolo, sempre di modello "NRG #40C" calibrato, e la banderuola di direzione a 40 m dal suolo ed il sensore di temperatura modello "NRG#100S".



**Figura 2: Anemometro Virtuale – Distribuzione di Weibull, Rosa energetica e rosa dei venti suddivisa suddivisa per i 12 settori di provenienza e classi di velocità**

**Tabella 7: Anemometro Virtuale –Parametri della velocità del vento per settori di direzione e mesi dell'anno**

#### 4. VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti dalla valutazione preliminare della produzione attesa dell'impianto, stimata nella te configurazione richiesta.

Le produzioni tengono conto delle perdite per effetto della scia che si genera internamente tra gli aerogeneratori dell'impianto, considerando anche le perdite per scie esterne, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria alla quota del sito.

In particolare, le tabelle riportano le seguenti informazioni:

**Site ID:** numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole

**Site X [m]:** longitudine E in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33

**Site Y [m]:** latitudine N in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33

**Elevation [m]:** quota sul livello del mare in m

**HH [m]:** altezza del mozzo in m

**V [m/s]:** velocità media del vento stimata dal modello all'altezza del mozzo

**Gross AEP [GWh]:** produzione lorda attesa

**Net AEP [GWh]:** produzione attesa al netto delle perdite per effetto scia

**Loss [%]:** perdita percentuale di produzione per effetto scia

**Net Hours [h]:** produzione specifica attesa al netto delle perdite per scia (ore/anno)

**Tabella 5: Vestas V150-5.6MW – HH105m**

Site ID	Site X [m]	Site Y [m]	Elevation [m]	HH [m]	V [m/s]	Gross AEP [GWh]	Net AEP [GWh]	Losses [%]	Net Hours [h]
A01	289056	4184203	140	125.0	6.87	17.98	17.22	4.27	2869
A02	289962	4184458	156	125.0	7.10	19.01	18.12	4.69	3021
A03	290684	4184717	114	125.0	6.90	18.17	17.38	4.39	2896
A04	291092	4185145	106	125.0	6.86	18.00	17.35	3.58	2892
A05	290501	4183459	125	125.0	6.84	17.89	16.79	6.14	2799
A06	291723	4183903	96	125.0	6.70	17.25	16.54	4.15	2756
A07	292557	4184488	102	125.0	6.73	17.40	16.85	3.21	2808
A08	293208	4185046	122	125.0	6.80	17.75	17.40	1.97	2901
<b>Average</b>					<b>6.85</b>	<b>17.93</b>	<b>17.21</b>	<b>4.05</b>	<b>2868</b>
<b>Total</b>						<b>143.47</b>	<b>137.65</b>		

A questo punto si devono valutare le perdite di energia (perdite elettriche, di produzione, di potenza) al fine di pervenire alla determinazione dell'energia che risulterà disponibile per essere ceduta alla rete elettrica.

I fattori di perdita considerati sono di seguito elencati:

**Tabella 6: Assunzioni per le perdite energetiche d'impianto**

Fattore di perdita	%
Disponibilità aerogeneratori	-2.5%

Fattore di perdita	%
Disponibilità B.O.P.	-1.0%
Disponibilità rete	-0.5%
Perdite elettriche d'impianto	-3.0%
Perdite ambientali	-0.5%
Performance aerogeneratori	-1.5%
Limitazioni (rete, WSM..)	-1.05%
<b>Perdite totali</b>	<b>-10.05%</b>

**Tabella 7: Produzione lorda e netta (P50%)**

Modello	Capacità impianto (MW)	Produzione lorda (morsetti generatori)		Produzione netta (cedibile alla rete)	
		(GWh/y)	(h/y)	(GWh/y)	(h/y)
Vestas V150-6.0MW – HH125	48	137.65	2868	<b>123.81</b>	<b>2579</b>

#### 4.1.1. Emissioni evitate ed energia fossile risparmiata

L'energia solare eolica è una fonte inesauribile di energia pura, disponibile per tutti, prodotta nel punto di consumo ed integrabile nel contesto territoriale.

La conversione eolica è inoltre caratterizzata dalla estrema semplicità:

- l'energia eolica non fa rumore, non produce scorie e non emette cattivi odori;
- ha un elevato grado di affidabilità, garantendo una durata di vita superiore ai 25 anni;

L'elevato grado di affidabilità e il basso costo di manutenzione contribuisce, quindi, ad aumentarne il valore energetico, in rapporto anche ai costi sostenuti.

Dal punto di vista ambientale, l'installazione dell'impianto eolico permetterà di azzerare l'emissione di anidride carbonica per una quantità equivalente di energia che sarebbe altrimenti prodotta da combustibili fossili.

Considerando un valore caratteristico del parco di produzione nazionale pari a circa 0,445 kg di CO<sub>2</sub> emessa per ogni kWh prodotto, si può stimare il seguente quantitativo di emissioni evitate:

Emissioni di CO<sub>2</sub> evitate in un anno: circa 55,1 tonnellate equivalenti;

Emissioni di CO<sub>2</sub> evitate nella vita utile (25 anni): circa 1.377 tonnellate equivalenti;

L'impianto consentirà di evitare l'utilizzo di combustibili fossili per fini di generazione termoelettrica; per quantificare tale risparmio energetico si ipotizza che la produzione termoelettrica nazionale sia caratterizzata dal parametro 0,57 tep/MWh (Tep = Tonnellate equivalenti di petrolio) (fonte Decreti Ministeriali 20 luglio 2004 - Delibera EEN 3/08). Stante la produzione attesa l'impianto determinerà un risparmio di energia fossile di circa 70572 Tep/anno e circa 1.764.292Tep nell'arco della sua vita utile.

## STIMA DI PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO

REALIZZAZIONE IMPIANTO EOLICO "BORGO CHITARRA"  
MAZARA DEL VALLO E MARSALA (TP)  
PROGETTO DEFINITIVO



L'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili per produrre elettricità, fra cui l'eolico, può oggi contemperare la crescente "fame" d'energia dei Paesi sviluppati con il rispetto e la salvaguardia dell'ambiente e delle popolazioni che in essa vivono.

Occorre ancora una volta sottolineare le caratteristiche della risorsa fotovoltaica come fonte di produzione di energia elettrica, che ha impatto ambientale limitato, specialmente se viene sviluppato una buona progettazione.

L'energia eolica è una fonte rinnovabile, in quanto non richiede alcun tipo di combustibile, ma utilizza l'energia del vento; è pulita, perché, a differenza delle centrali di produzione di energia elettrica convenzionali, non provoca emissioni dannose per l'uomo e per l'ambiente, mentre la produzione di energia elettrica mediante combustibili fossili comporta, l'emissione di enormi quantità di sostanze inquinanti.

I costi in termini di salute, ambiente e la strategica uscita da una dipendenza energetica pressoché totale, sono dei benefici assai più rilevanti e degni di uno sforzo ulteriore per far sì che vengano realizzati.

Gli impianti eolici non hanno alcun tipo di impatto radioattivo o chimico, visto che i componenti usati per la loro costruzione sono materie plastiche e metalliche.

In una centrale eolica non esistono volumi di costruzione in senso stretto, ma solo spazi tecnici; questi sono dati solo dalla cabina inverter e quella di consegna.

Il rapporto benefici/costi ambientali è perciò nettamente positivo dato che il rispetto della natura e l'assenza totale di scorie o emissioni fanno dell'energia eolica una delle migliori risposte al problema energetico in termini di tutela ambientale. Il corretto inserimento di infrastrutture sul territorio per la produzione di energia da fonti rinnovabili rappresenta una delle priorità strategiche per ridefinire il rapporto dell'uomo con l'ambiente ed uno sviluppo sostenibile ed equilibrato.

## 5. CONCLUSIONI

Con il presente rapporto sono stati determinati in via preliminare i risultati della valutazione della produzione attesa dell'impianto eolico denominato Borgo Chitarra, ubicato in Sicilia, nel Comune di Mazara del Vallo, appartenente al libero consorzio comunale di Trapani.

I calcoli sono stati effettuati con l'ausilio di dati anemometrici d'area di proprietà del **Committente** con i quali è stata calibrata una serie di dati di rianalisi in sito e adattando quanto più possibile i modelli di vento dei programmi di fluidodinamica ai dati considerati.

Ai fini della determinazione dell'energia effettivamente cedibile alla rete, in questa fase preliminare è stata fatta un'assunzione ragionevole di perdita aggiuntiva dell'impianto pari al 10%, includendo le perdite relative alla disponibilità dell'impianto (aerogeneratori, B.O.P. e rete), alla performance degli aerogeneratori, perdite elettriche e ambientali ed escludendo potenziali limitazioni. Una valutazione più dettagliata potrà essere effettuata in una fase progettuale più avanzata e una volta sottoscritti, o in fase di discussione, tutti i contratti di fornitura ed O&M per il progetto.

Infine, si rammenta che la scelta del tipo di aerogeneratore richiede un'analisi della Classe del sito, secondo le vigenti Norme CEI EN 61400-1 Ed. 3, con la valutazione della velocità massima di vento avente un periodo di ritorno di 50 anni ( $V_{50y}$ ) e dei parametri di turbolenza, necessari a verificare la compatibilità delle turbine con le specifiche condizioni di sito.