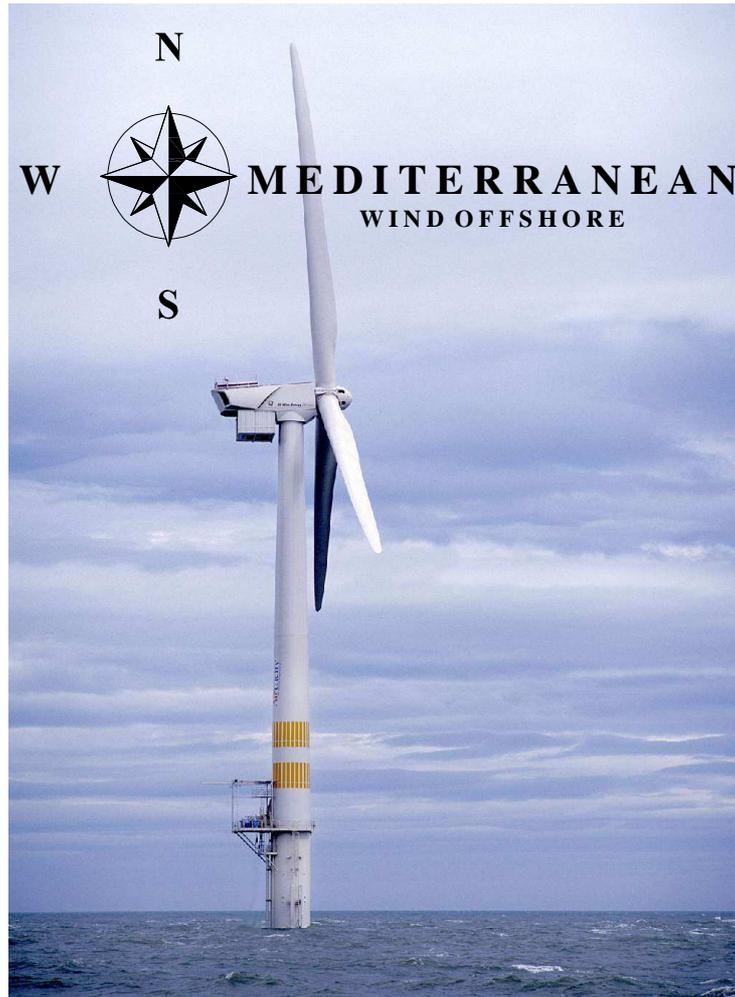


Gruppo TM.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 1 di 25	

PARCO EOLICO OFFSHORE GOLFO DI GELA



STIMA DEL POTENZIALE EOLICO

			<i>Marta Scafidi</i>	<i>A. Sammartano</i>	<i>A. Sammartano</i>
00	10/12/2008	EMISSIONE	M. Scafidi	A. Sammartano	A. Sammartano
REV	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato
Autorizzazione Emissione					

Gruppo TM.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 2 di 25	

1.	INTRODUZIONE.....	3
2.	DESCRIZIONE DEL SITO.....	4
2.1	Il sito	4
2.2	Apparecchiatura di monitoraggio della piattaforma Prezioso.....	4
3.	SCELTA DELLA STAZIONE METEOROLOGICA DI RIFERIMENTO	6
3.1	Piattaforma petrolifera Prezioso.....	6
3.2	Altre possibili stazioni di riferimento	6
3.3	Coerenza dei dati.....	7
4.	DATI DEL VENTO.....	9
4.1	Dati del vento di breve termine.....	9
4.2	Dati del vento di lungo termine.....	9
5.	DESCRIZIONE DEL PARCO EOLICO.....	10
5.1	Turbine eoliche	10
5.2	Lay-out del parco eolico	10
6.	METODO PRIMARIO PER LA DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ MEDIA DEL VENTO	11
6.1	Regime medio del vento a lungo termine sulla piattaforma Prezioso ad un'altezza di 50 m s.l.m.....	11
6.2	Variazioni della velocità del vento nel sito.....	12
7.	METODI SECONDARI PER LA DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ MEDIA DEL VENTO	14
7.1	Stima della velocità media del vento mediante i dati registrati dalla stazione del SIAS di Licata.....	14
7.2	NCEP/NCAR Rianalisi 2.....	14
7.3	Osservazione della Terra.....	15
7.4	Previsioni ricavate dallo studio delle risorse eoliche offshore nel Mediterraneo	15
7.5	Risultati	16
8.	APPENDICE.....	18
	Metodo MCP.....	18
	Variazioni della velocità del vento nel sito.....	19

Gruppo TM.E. <small>Termomeccanica Ecologia</small> 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 3 di 25	

1. INTRODUZIONE

Il presente documento ha lo scopo di fornire una valutazione preliminare delle risorse eoliche e della produzione di energia per il parco eolico offshore del Golfo di Gela che sarà localizzato nel settore occidentale del Golfo di Gela, lungo la costa meridionale della Sicilia.

La valutazione preliminare del potenziale eolico è stata condotta in collaborazione con la società Garrad Hassan and Partners.

La descrizione accurata del regime di vento di lungo periodo è fondamentale per la valutazione della fattibilità del progetto. I dati di vento utilizzati nel presente studio sono stati registrati sia nelle vicine postazioni off-shore che in località prossime alla costa.

I dati registrati nella piattaforma off-shore, localizzata a circa 5 km a sud del parco eolico, sono stati misurati mediante anemometri posizionati a differenti altezze; il periodo di registrazione è di oltre 13 anni.

Ulteriori dati sono stati approvvigionati da due stazioni meteorologiche localizzate in prossimità della costa e di proprietà del SIAS (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano); il periodo di registrazione è di oltre 5 anni.

Il layout dell'impianto, la taglia dell'aerogeneratore e l'altezza della torre considerati nel presente studio sono stati dedotti dai documenti:

97758TMMD012
97758TMMD013
97758TMMD014
97758TMMR001
97758TMMD030

Gruppo TM.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 4 di 25	

2. DESCRIZIONE DEL SITO

2.1 Il sito

Il sito è ubicato nel Golfo di Gela, circa 4 km ad Est di Licata, al largo della costa meridionale della Sicilia.

Il progetto prevede l'installazione di 38 turbine eoliche con una potenza elettrica massima installata di circa 137 MW.

Nella figura 2.1 sono rappresentati i confini del sito e l'ubicazione della piattaforma "Prezioso". La suddetta figura mostra altresì l'ubicazione delle stazioni meteorologiche del SIAS di Licata e di Gela, utilizzate nella determinazione del regime di vento a lungo termine.

In base alla classificazione di Davenport [2.1], i dati generali che seguono vengono considerati idonei per la rugosità superficiale dell'area off-shore e della circostante area terrestre individuate con riferimento alle carte topografiche.

Acqua 0,0002 m

Zona costiera 0,03 m

Città e foreste 0,5 m

2.2 Apparecchiatura di monitoraggio della piattaforma Prezioso

È presente sulla Piattaforma Prezioso un anemometro per la misura dell'intensità e della direzione del vento installato nel 1993 a quota 45 m s.l.m.

È presente un ulteriore anemometro per la misura dell'intensità e della direzione del vento installato nel 2006 a quota 50 m s.l.m. Le caratteristiche tecniche dell'anemometro sono riportate nel documento 97758TMIR010.

Gruppo T.M.E. <small>Termomeccanica Ecologia</small> 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 5 di 25	

Le misurazioni effettuate mediante lo strumento installato, a quota 50 m s.l.m., sulla piattaforma Prezioso risultano essere le più adatte a definire il regime locale di vento.

Gruppo TM.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 6 di 25	

3. SCELTA DELLA STAZIONE METEOROLOGICA DI RIFERIMENTO

Quando sono disponibili soltanto i dati a breve termine del sito, si è soliti associare queste misure alle misure a lungo termine messe a disposizione da una stazione meteorologica locale.

Nell'ambito del presente studio sono state considerate quali stazioni di riferimento sia quella posizionata sulla Piattaforma Prezioso che quelle del SIAS.

3.1 Piattaforma petrolifera Prezioso

Il sensore di velocità e quello di direzione sono installati ad un'altezza di 45 m s.l.m.

La coerenza dei dati storici è di fondamentale importanza se essi devono essere utilizzati per la elaborazione del Measure-Correlate-Predict (MCP).

Le correlazioni tra i dati storici (quota 45 m s.l.m.) e quelli di breve termine (quota 50 m s.l.m.) ed i controlli di coerenza hanno portato a ritenerli idonei come riferimento di lungo termine.

3.2 Altre possibili stazioni di riferimento

Sono state esaminate anche le stazioni di riferimento del SIAS di Licata e di Gela.

Il Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS) controlla una rete di stazioni meteorologiche di terra distribuite sul territorio della Sicilia. Questa rete è stata creata progressivamente a partire dal 2000 ed è formata da due diversi tipi di stazioni meteorologiche. Le stazioni secondarie hanno strumenti posizionati a 2 m di altezza dal suolo, mentre le stazioni primarie sono dotate di strumenti posti ad un'altezza di 10 m dal suolo. Le stazioni primarie sono ritenute idonee come fonti di dati riferimento di lungo termine.

Stazione meteorologica del SIAS di Licata

Gruppo TM.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 7 di 25	

La stazione SIAS di Licata è una stazione primaria ubicata a circa 70 m sul livello del mare e 7,5 km a nord-ovest della città di Licata. La stazione si trova in una pianura che si estende a nord-ovest della città di Licata. Nelle immediate vicinanze della stazione si trovano alcuni alberi, mentre a 200 m in direzione nord-ovest è ubicata una grande azienda agricola. Il territorio intorno alla stazione è piuttosto pianeggiante ed è occupato per la maggior parte da campi coltivati, aziende agricole sparse sul territorio e serre a tunnel. A nord della stazione sono presenti colline con altezze fino a 200 m s.l.m. in direzione nord-est e fino a 350 m s.l.m. in direzione nord-ovest.

La stazione è costituita da un palo tubolare; sono disponibili dati misurati dal 2002.

Stazione meteorologica del SIAS di Gela

La stazione SIAS di Gela è una stazione primaria ubicata a circa 60 m s.l.m. e 12 km in direzione nord-est della città di Gela. La stazione si trova in una pianura che si estende a nord-est della città di Gela. A 100 m di distanza dalla stazione in direzione ovest è presente una casa abbandonata e a circa 200 m in direzione nord è ubicata una grande azienda agricola. Il territorio intorno alla stazione è piuttosto pianeggiante ed è occupato per la maggior parte da campi coltivati e da aziende agricole sparse sul territorio. Circa 3 km ad est della stazione sono presenti colline con altezze fino a 300 m s.l.m. ed a 4 km a nord colline con altezze fino a 200 m s.l.m.

La stazione è costituita da un palo tubolare; sono disponibili dati misurati dal 2003.

L'analisi dei dati ha dimostrato come la stazione di misura sia influenzata dalla orografia locale e pertanto tali dati non sono stati utilizzati quali riferimento di lungo termine.

3.3 Coerenza dei dati

La coerenza dei dati misurati nella Piattaforma Prezioso, a quota 45 m s.l.m., è stata controllata con riferimento ai dati registrati da una stazione meteorologica, di proprietà di ISPRA, situata in prossimità del Porto di Porto Empedocle, 50 km a nord-ovest di Licata. I dati forniti da questa stazione coprono il periodo dal luglio 1998 al dicembre 2006. Sono stati eseguiti ulteriori controlli di coerenza con riferimento ai dati registrati presso la stazione meteorologica di Licata.

L'analisi ha validato circa 8,5 anni di dati registrati nella Piattaforma Prezioso, a quota 45 m s.l.m.;

Gruppo T.M.E. <small>Termomeccanica Ecologia</small> 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 8 di 25	

la consistenza di tali dati ha reso possibile la loro accettabilità come riferimento di lungo termine.

Analoghi controlli sono stati eseguiti sui dati forniti dalla stazione del SIAS di Licata; l'eliminazione dei dati erronei ha prodotto una serie temporale di circa 3,5 anni. Il periodo è stato considerato troppo breve per poter essere utilizzato come riferimento di lungo termine.

Gruppo T.M.E. <small>Termomeccanica Ecologia</small> 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 9 di 25	

4. DATI DEL VENTO

I dati del vento registrati sono stati tutti sottoposti ad una procedura di controllo qualità per eliminare i dati affetti da malfunzionamenti dei sensori e/o anomalie.

4.1 Dati del vento di breve termine

Si è ritenuto che i dati relativi al vento registrati dal sensore, installato sulla Piattaforma Prezioso, a 50 m s.l.m. fossero di primaria importanza per descrivere il regime di vento a breve termine.

4.2 Dati del vento di lungo termine

Si è ritenuto che i dati relativi al vento registrati dal sensore, installato sulla Piattaforma Prezioso, a 45 m s.l.m. fossero di primaria importanza per la previsione del regime di vento a lungo termine.

Questo anemometro ha fornito dati per un periodo di oltre 13 anni. Il controllo ha validato circa 8,5 anni di dati; tale periodo è considerato come periodo di riferimento di lungo termine.

Gruppo T.M.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 10 di 25	

5. DESCRIZIONE DEL PARCO EOLICO

5.1 Turbine eoliche

È previsto l'impiego di 38 turbine eoliche della potenza elettrica massima di 3,6 MW ciascuna. I dati di riferimento sono indicati al seguito:

- Diametro 110 m
- Altezza del mozzo 80 m
- Velocità del rotore 8.5 – 15.3 rpm
- Numero di pale 3
- Potenza nominale installata 3600 kW

La curva di potenza utilizzata in questo studio è rappresentata nella Tabelle 5.4. Tale curva di potenza presenta un coefficiente di potenza di picco (C_p) pari a 0,43, considerato realistico per una turbina eolica moderna.

È prevista un'altezza della torre pari a 80 m. s.l.m.

Utilizzando la pressione storica e le registrazioni della temperatura delle stazioni meteorologiche vicine e le ipotesi relative al gradiente termico standard, è stata determinata una densità media dell'aria a lungo termine nel sito pari a $1,21 \text{ kg/m}^3$ ad un'altezza di 80 m. s.l.m.

5.2 Lay-out del parco eolico

Le coordinate di riferimento delle turbine del parco eolico offshore del Golfo di Gela sono quelle indicate alle pagg. 36 e 37 del documento 97758TMIR003.

Per gli scopi di questo studio si è supposto che in prossimità del parco eolico del Golfo di Gela non vengano costruiti altri parchi eolici.

Gruppo TM.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 11 di 25	

6. METODO PRIMARIO PER LA DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ MEDIA DEL VENTO

Lo studio relativo al parco eolico è articolato in diverse fasi qui di seguito indicate:

- È stata accertata l'effettiva coerenza dei dati registrati a 45 m s.l.m. della piattaforma rispetto ad altre fonti di dati. La consistenza dei dati validi a disposizione è sufficiente per poter considerare tali dati quale fonte di riferimento di lungo termine;
- La velocità media del vento a lungo termine sulla piattaforma Prezioso è stata calcolata utilizzando i dati relativi alla velocità del vento registrati a 45 m s.l.m. e quelli registrati a 50 m s.l.m.;
- La modellazione del flusso del vento è stata eseguita per determinare la variazione tra la velocità del vento nel sito all'altezza della torre (a quota 80 m s.l.m.) del parco eolico del Golfo di Gela e quella calcolata in prossimità della piattaforma (a quota 50 m s.l.m.);
- La densità dell'aria a lungo termine all'interno del sito all'altezza della torre è stata calcolata utilizzando i dati di temperatura e di pressione registrati sulla piattaforma;
- Per il calcolo della produzione di energia del parco eolico del Golfo di Gela si dovrà tener conto delle perdite in scia, dell'orografia, della disponibilità di esercizio, delle perdite nella linea elettrica di trasmissione, della disponibilità delle sottostazioni e degli effetti della densità dell'aria.

6.1 Regime medio del vento a lungo termine sulla piattaforma Prezioso ad un'altezza di 50 m s.l.m.

La velocità media del vento a lungo termine è stata calcolata utilizzando i dati disponibili registrati sulla piattaforma a quota 44 m s.l.m. La seguente procedura è stata seguita per evitare l'introduzione di errori nel calcolo della velocità media annuale del vento:

Gruppo TM.E. <small>Termomeccanica Ecologia</small> 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 12 di 25	

- Per tutto il periodo la velocità media del vento di ciascun mese è stata individuata partendo dalla media di tutti i dati validi registrati in quel mese. Questo valore è stato considerato come la media mensile presumendo così che i dati validi fossero rappresentativi di qualsiasi dato mancante;
- La media delle medie mensili è stata utilizzata per stabilire la media annuale (“media delle medie”) allo scopo di eliminare l’effetto degli errori stagionali nei dati.

Le velocità medie del vento a quota 45 m s.l.m e a quota 50 m s.l.m a breve termine sono state calcolate durante il loro periodo di misurazione concomitante.

È stata calcolata una velocità media del vento prevista a lungo termine nel sito in cui è ubicata la piattaforma Prezioso e ad un’altezza di 50 m. s.l.m. pari a 6,0 m/sec.

La distribuzione della frequenza della direzione del vento misurata a quota 50 m s.l.m è stata considerata quale migliore disponibile.

6.2 Variazioni della velocità del vento nel sito

La variazione spaziale della velocità del vento nell’intero sito del parco eolico è stata prevista utilizzando il modello matematico di calcolo del flusso del vento WAsP. Per l’area del Golfo di Gela è stata ricavata una mappa digitale della rugosità utilizzando i dati topografici messi a disposizione dalla Nasa [6.1] e in base alle classificazioni descritte nel Paragrafo 2.1.

Per delineare il modello del flusso del vento si è partiti dalla velocità media del vento prevista a lungo termine e dalle distribuzioni di frequenza della direzione ricavate sulla piattaforma Prezioso ad un’altezza di 50 m. s.l.m.; è stata quindi determinata la velocità media del vento nel sito del parco eolico all’altezza dell’hub (80 m. s.l.m.).

Gruppo TM.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 14 di 25	

7. METODI SECONDARI PER LA DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ MEDIA DEL VENTO

Considerate le incertezze legate alle misure registrate sulla piattaforma e utilizzate per determinare la velocità media del vento a lungo termine sulla piattaforma Prezioso, allo scopo di sostenere il metodo primario presentato nel Capitolo 6, sono stati considerati ulteriori metodi meglio descritti al seguito.

7.1 Stima della velocità media del vento mediante i dati registrati dalla stazione del SIAS di Licata

La modellazione del flusso del vento è stata utilizzata per ricavare la velocità media del vento a lungo termine del sito a partire dalla velocità del vento e dalla distribuzione di frequenza della direzione misurate a Licata.

In questo metodo il modello matematico di calcolo del flusso del vento WAsP descritto nel Paragrafo 6.2 è stato delineato partendo dall'ubicazione a terra della stazione anemometrica di Licata e utilizzando i dati misurati in 3,5 anni dalla stazione SIAS di Licata.

7.2 NCEP/NCAR Rianalisi 2

I dati di rianalisi sono ricavati utilizzando un modello numerico di previsione meteorologica (NWP) moderno per ricostruire le condizioni di un periodo storico (hindcast) dove ciascun intervallo di tempo è delineato partendo da molteplici fonti di misurazione [7.1]. Il set dei dati è fornito da NCEP/NCAR in un formato a griglia con una risoluzione di 2,5 gradi di latitudine x 2,5 gradi di longitudine per il periodo che va dal 1968 al 1996. Le velocità media del vento a lungo termine ad un'altezza di 10 m. s.l.m. sono state scaricate per i quattro punti di griglia (grid point) della Rianalisi 2 più vicini al sito del Golfo di Gela. La velocità media del vento a lungo termine nel sito e ad un'altezza di 80 m. s.l.m. è stata calcolata mediante l'utilizzo del profilo dello strato limite previsto dal modello matematico di calcolo di flusso del vento WAsP.

Gruppo TM.E. <small>Termomeccanica Ecologia</small> 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 15 di 25	

Si noti che all'interno della stessa zona la velocità del vento in mare aperto generalmente è superiore a quella del vento a terra e tende a crescere man mano che aumenta la distanza dalla costa. Di conseguenza ai dati di Rianalisi è legata una notevole incertezza, in quanto si tratta di una media spaziale ottenuta su un'ampia area che riunisce i risultati provenienti da nodi che si trovano ad una notevole distanza dalla costa. Un ulteriore fattore di incertezza è introdotto estrapolando la velocità media del vento da 10 m a 80 m s.l.m.

7.3 Osservazione della Terra

I dati satellitari sono stati ricavati da KNMI [7.2] e provengono da 3 satelliti distinti. Le misure sono state registrate durante un periodo di circa 13 anni utilizzando diffusometri in grado di misurare sia la velocità che la direzione del vento osservando la retrodiffusione del radar dalla superficie del mare. Le misure sono nominalmente valide ad un'altezza di 10 m. Alcune misure registrate in prossimità del sito del Golfo di Gela, ciascuna su una scala temporale dell'ordine di alcuni secondi, sono state ricavate all'interno di una cella di 50 km x 50 km nel Mediterraneo, immediatamente a sud del sito. La velocità media del vento a lungo termine ad un'altezza di 10 m s.l.m. per il sito è stata considerata come la media di tutte le misure fornite all'interno della cella. La velocità media del vento a lungo termine nel sito e ad un'altezza di 80 m. s.l.m. è stata calcolata mediante l'utilizzo del profilo dello strato limite previsto dal modello matematico di calcolo di flusso del vento WAsP.

Come per i dati di Rianalisi, anche i dati di Osservazione della Terra sono soggetto ad un notevole fattore di incertezza. A causa della procedura di misurazione la conseguente velocità del vento è affetta dall'incertezza dovuta a misure registrate ad una notevole distanza dalla costa. Altre importanti fonti di incertezza sono rappresentate dall'errore di campionamento del set di dati relativamente piccolo e dall'errore legato alla derivazione della velocità del vento da dati registrati e dall'estrapolazione della velocità media del vento da 10 a 80 m. s.l.m.

7.4 Previsioni ricavate dallo studio delle risorse eoliche offshore nel Mediterraneo

Nel 2006 Besel, ENEA, CRES e EED [7.3] hanno condotto per NOSTRUM uno studio delle risorse eoliche offshore nel Mediterraneo. In questo studio i dati di rianalisi NCEP/NCAR, i dati relativi al vento forniti dal Centro Europeo di previsioni a medio termine (ECMWF), i dati della rete meteo

Gruppo TM.E. <small>Termomeccanica Ecologia</small> 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 16 di 25	

European Net Buoy e della Voluntary Observer Fleet sono stati raccolti ed elaborati per le regioni costiere mediante l'utilizzo del modello di calcolo WAsP e dei dati relativi al vento della rete meteorologica costiera I.S.W.O. (International Surface Weather Observations) per definire una mappa delle risorse eoliche del Mediterraneo con una risoluzione di 2 km.

I risultati dello studio delle risorse eoliche offshore del Mediterraneo, come illustrato dalle Figure 7.1 e 7.2, mostrano che la velocità media del vento prevista in prossimità del parco eolico offshore del Golfo di Gela è di circa 6 m/sec ad un'altezza di 60 m. La velocità media del vento a lungo termine nel sito e ad un'altezza di 80 m. s.l.m. è stata calcolata mediante l'utilizzo del profilo dello strato limite previsto dal modello matematico di calcolo di flusso del vento WAsP.

Si noti che lo studio utilizza metodi non troppo sofisticati e che in generale nella pratica sono state riscontrate variazioni significative tra la velocità del vento prevista e le velocità del vento misurate nel sito a livello locale o previste da altri metodi.

7.5 Risultati

I risultati di convalida indicati nella tabella qui di seguito sono presentati in ordine di incertezza crescente.

Gruppo T.M.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
Pag. 17 di 25				

Method	Type	Predicted mean wind speed (m/s)
WAsP model initiated from Prezioso platform (based on Blowdown torch)	Primary method (offshore measurements)	6.3
WAsP model initiated from Licata (onshore)	Supporting method (onshore measurements)	6.7
NOSTRUM Mediterranean offshore study	Supporting method (onshore measurements and extrapolation using WAsP)	6.2 ¹
NCEP/NCAR Re-analysis data	Supporting method (remote data)	6.9 ²
Earth Observation data	Supporting method (remote measurements)	7.0 ²

1. Extrapolated from 60 m to 80 m using WAsP boundary layer profile

2. Extrapolated from 10 m to 80 m using WAsP boundary layer profile

Validation of predicted mean wind speed at the Golfo di Gela site

Gruppo T.M.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 18 di 25	

8. APPENDICE

Metodo MCP

Il metodo utilizzato per individuare la velocità media del vento a lungo termine per un sito “target” partendo da un sito di “riferimento” si basa sulla strategia Measure-Correlate-Predict descritta di seguito.

La prima fase del metodo consiste nel misurare per un periodo di circa un anno i dati concomitanti relativi al vento registrati sia nel sito “target” che nel vicino sito di “riferimento” per il quale sono disponibili dati registrati consolidati relativi al vento. I dati relativi al vento misurati a breve termine vengono poi utilizzati per stabilire la correlazione tra i venti nei due luoghi. Infine la correlazione viene impiegata per regolare i dati storici a lungo termine registrati nel sito di “riferimento” allo scopo di calcolare la velocità media del vento nel sito a lungo termine.

I dati concomitanti sono messi in relazione confrontando le velocità del vento nei due luoghi per ognuno dei dodici settori di direzione (30 gradi per ciascuno settore), sulla base della direzione del vento registrata nel sito di “riferimento”. Tale correlazione implica due fasi:

- Le direzioni dei venti registrate nei due siti vengono confrontate per individuare se vi siano delle peculiarità locali che influiscano sui risultati. Vengono utilizzati soltanto i dati registrati che presentano velocità superiori a 3 m/s per entrambi i siti.
- I rapporti tra le velocità del vento vengono individuati per ciascuno dei settore di direzione. Il metodo è equivalente a una regressione lineare basata sul metodo dei minimi quadrati in cui la soluzione soddisfi la condizione di passaggio per l’origine riducendo al minimo la deviazione ortogonale.

Allo scopo di ridurre al minimo l’influenza di venti locali sul rapporto tra le velocità del vento, i dati vengono selezionati per eliminare quelle registrazioni in cui la velocità registrata sul sito di

Gruppo T.M.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 19 di 25	

“riferimento” è inferiore a 3 m/s. Il livello limite di velocità del vento considerato è tale da escludere soltanto i dati in cui la velocità è inferiore alla velocità minima del vento (cut-in wind speed) che consente alle pale di mettere in rotazione il rotore della turbina eolica per produrre energia elettrica.

Il risultato dell’analisi descritta sopra è una tabella dei rapporti tra le velocità del vento, ciascuno corrispondente ad uno dei dodici settori di direzione. Questi rapporti sono usati per fattorizzare i dati relativi al vento misurati nel sito di “riferimento” per tutto il periodo storico di riferimento allo scopo di ottenere la velocità media del vento a lungo termine nel sito “target”.

Variazioni della velocità del vento nel sito

Per calcolare la variazione della velocità media del vento nel sito, viene utilizzato il modello matematico di calcolo del flusso del vento WAsP. I dettagli del modello e la sua convalida sono forniti da Troen e Petersen [1].

Gli input del modello sono una mappa digitale della orografia e della rugosità superficiale del sito e dell’area circostante. Per l’analisi è stata presentata una mappa digitale dell’intera area del Golfo di Gela.

I calcoli relativi al flusso del vento sono stati eseguiti procedendo per settori di 30 gradi nella direzione del vento corrispondenti alla rosa dei venti misurata ed i risultati sono stati presentati come fattori di speed up relativi alla posizione del mast in un reticolo che abbraccia l’intera area del sito.

Gruppo T.M.E. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	97758	PER	97758TMIR019	00
			Pag. 20 di 25	

BIBLIOGRAFIA

- 1.1 Campagna di rilievi anemometrici (97758TMIR010.01), Regione Sicilia – SIAS – Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano.
- 2.1 “Wind speed profiles over terrain with roughness changes”, Engineering Sciences Data, Item No. 84011, April 1993.
- 5.1 IEC61400-12-1 “Wind turbine generators – Power measurements of electricity producing wind turbines”, 2005.
- 6.1 NASA, Shuttle Radar Topography Mission, <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>.
- 7.1 National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA), NCEP – DOE Reanalysis 2, <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis2.html>.
- 7.2 KNMI (Royal Netherlands Meteorological Institute), Scatterometer work <http://www.knmi.nl/scatterometer/ears/>.
- 7.3 NOSTRUM (Net for Offshore Sustainable Technologies, Resources and Use in the Mediterranean Sea – Project No ALTENER – 2002 – 065) – BESEL, ENEA, CRES, EED – 2006.

BIBLIOGRAFIA APPENDICE

- 1 Troen and E L Petersen, “European Wind Atlas”, Risø National Laboratory, Denmark, 1989.

Wind speed [m/s at hub height]	Electrical power [kW]
3	0
4	58
5	247
6	518
7	839
8	1284
9	1853
10	2560
11	3161
12	3487
13	3584
14	3599
15	3600
16	3600
17	3600
18	3600
19	3600
20	3600
21	3600
22	3600
23	3600
24	3600
25	3600
26	3600
27	3600

Performance for air density 1.225 kg/m³ and 10-15 % turbulence intensity

Tabella 5.4 Curva di Potenza

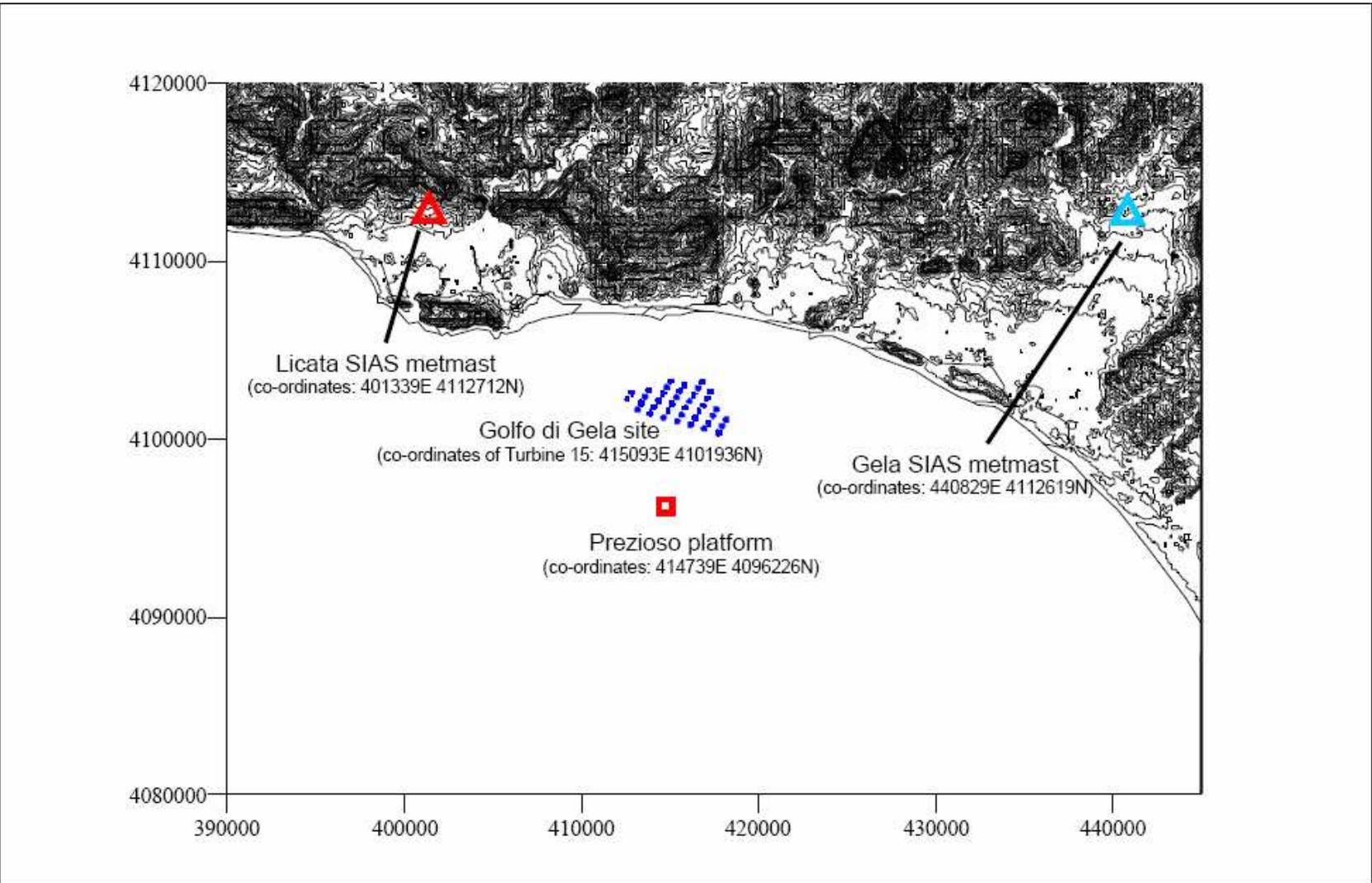


Figura 2.1 Golfo di Gela con i confini del parco eolico e la localizzazione della piattaforma Eni Prezioso e delle stazioni meteorologiche del Sias di Licata e Gela (Proiezione Universale Traversa di Mercatore, Zona 33)

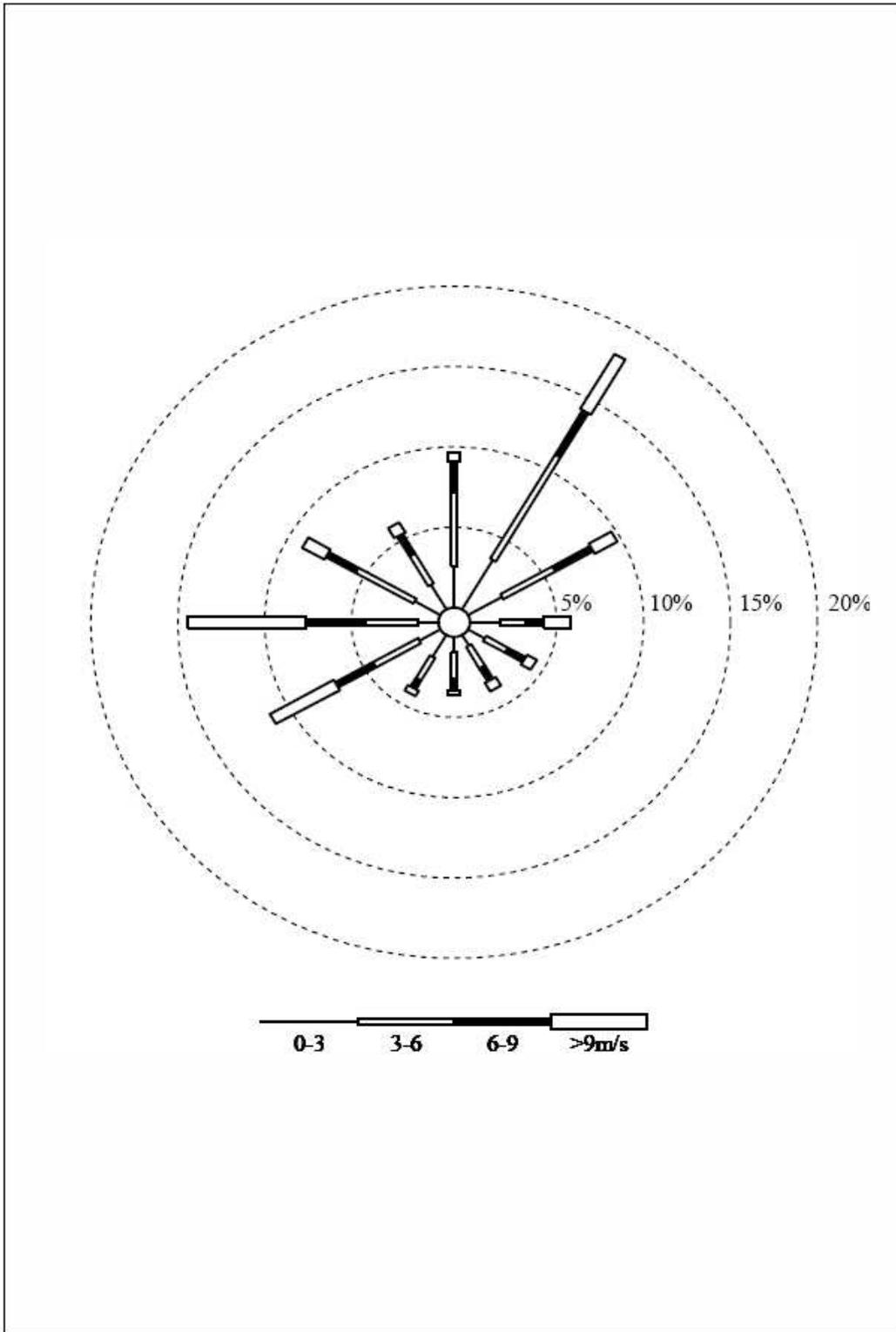


Figura 6.1 Rosa dei venti nel Golfo di Gela a 80 m s.l.m.

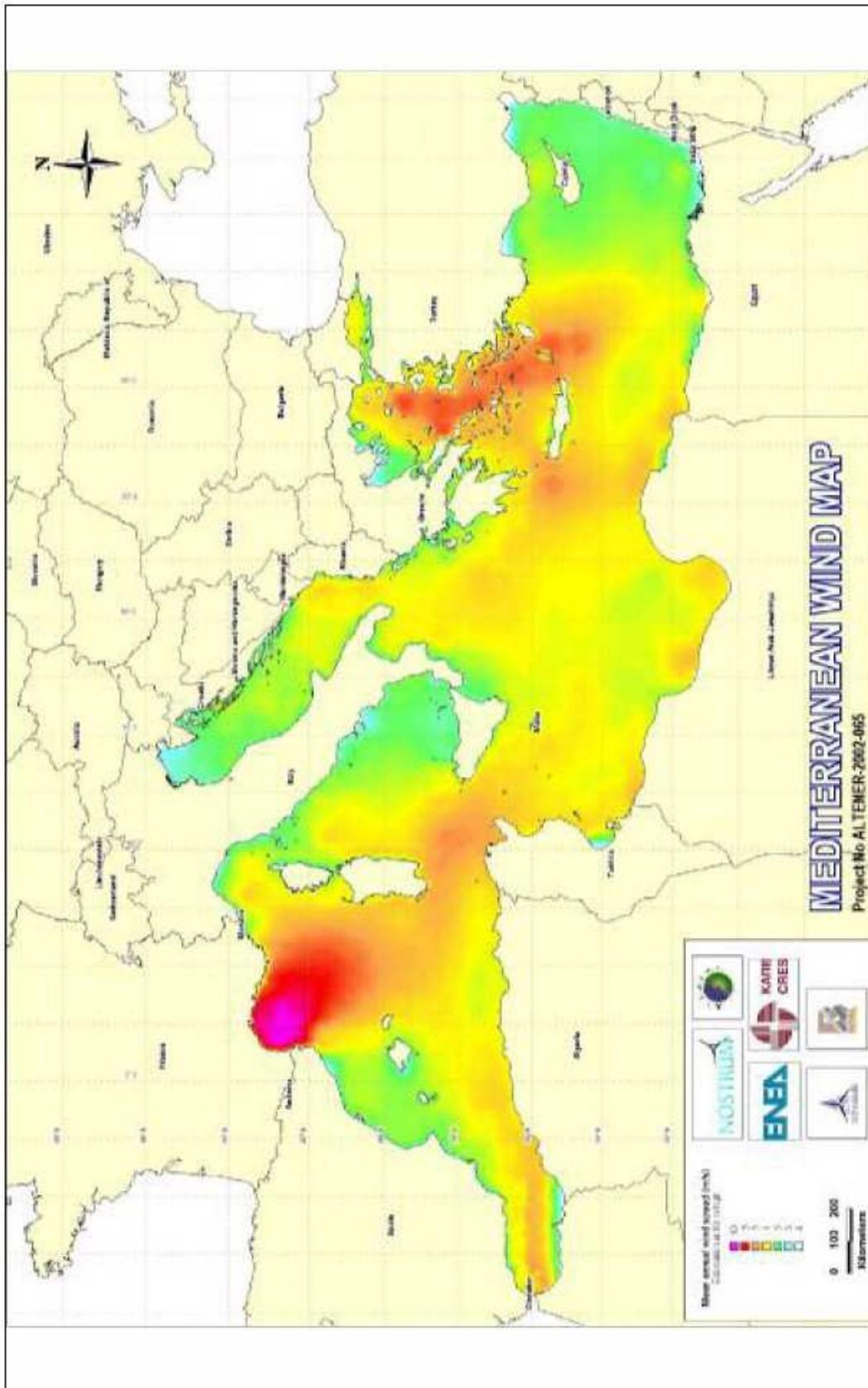


Figura 7.1 Mar Mediterraneo – mappa della velocità del vento stimata a 60 m s.l.m.

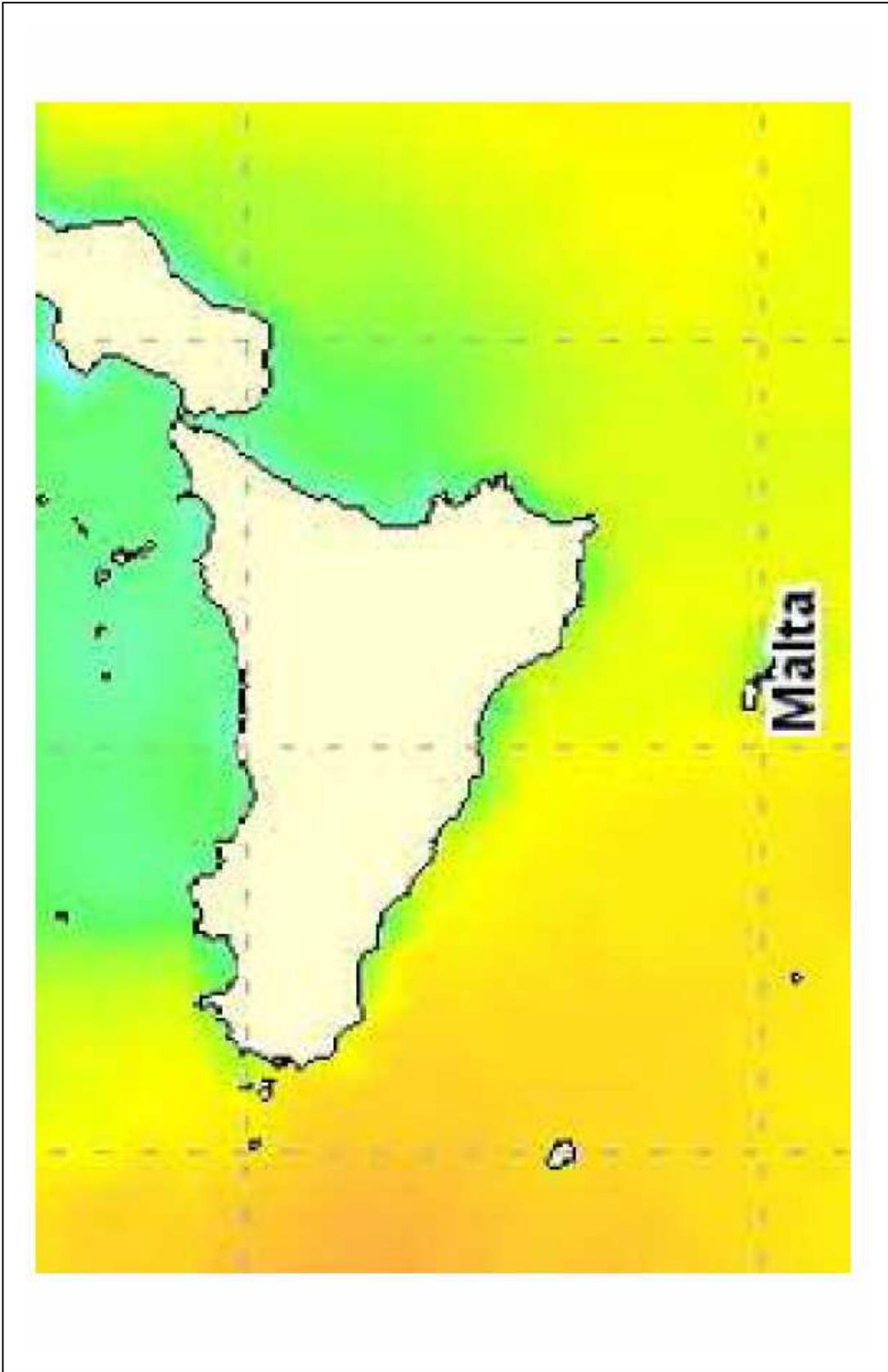


Figura 7.2 Sicilia – mappa della velocità del vento stimata a 60 m s.l.m.