

REGIONE SICILIA



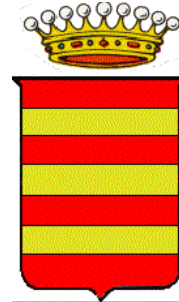
CASTRONOVO DI SICILIA



ROCCAPALUMBA



LERCARA FRIDDI



Committente:



Renantis

RENANTIS SICILIA s.r.l.
CORSO ITALIA 3, 20122 MILANO (MI)
c.f. 10531600962

Titolo del Progetto:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO CON IMPIANTO DI ACCUMULO E DELLE OPERE CONNESSE DENOMINATO "ASTRA"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

REL0017

ID PROGETTO:	WF_ASTRA	DISCIPLINA:	PD	TIPOLOGIA:	REL	FORMATO:	A4
--------------	-----------------	-------------	-----------	------------	------------	----------	-----------

Elaborato:

Studio Anemologico del sito

FOGLIO:	1 di 1	SCALA:	--	-	
---------	---------------	--------	-----------	----------	--

redattore:

VECTOR RENEWABLES ITALIA SRL

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
01	06/06/2023	PRIMA REVISIONE	VR	Renantis	Renantis
00	28/02/2021	PRIMA EMISSIONE	WF	Falck	Falck

Dettagli

A.1.1 Preparato per:

Cliente: Renantis Italia Srl

Contatto: Marcello Capelli

A.1.2 Preparato da:

Vector Renewables Italia S.r.l.

Via Alberto Falck, 4/16, Sesto San Giovanni, Milano • +39 02 87 36 68 56

Contatti

Nome	Ruolo	Email
Chiara Pavani	Head of Technical Advisory - Italy	cpavani@vectorenouvelables.com
Martina Baratto	Technical Advisory - Italy	mbaratto@vectorenouvelables.com
Stefano Liani	Technical Advisory - Italy	sliani@vectorenouvelables.com

Revisioni

Versione	Descrizione	Data	Elaborata	Controllata	Approvata
V00	Versione iniziale	08/04/2022	CP	AC	AC
V01	Aggiornamento layout	21/06/2023	SL	MB	CP

Disclaimer

The contents of this document have been prepared by Vector Renewables Italia S.r.l. (hereinafter, "Vector Renewables") based on its knowledge, the present project information, as well as the current legislation and the wind and photovoltaic market according to its experience in the renewable energy sector and, particularly, in the auditing and consultancy of wind and photovoltaic facilities. Therefore, the results, analysis and comments included in this document shall be solely interpreted under such considerations.

Estimates, conclusions, and recommendations included in this document are based on information which has been considered correct, provided by reliable and verified databases as well as the best practice standards and estimates by Vector Renewables. Notwithstanding the above, it is not possible to guarantee the integrity and accuracy of such information, especially in relation to forecasts or future projections as long as the whole information needed or required for its production has not been received or its accuracy not verified. In this sense, Vector Renewables, its partners, affiliates, directors, or employees are not responsible for the accuracy, completeness or veracity of the information contained herein or conclusions or decisions made, based on false, incomplete or inaccurate information.

The content of this document is strictly limited to the matters that are addressed herein. In this sense, in no case should be understood that the content can be applied by analogy to other issues that it does not make explicit reference. The content of this document does not necessarily cover every matter of the topics dealt herein.

Vector Renewables, its partners, affiliates, directors or employees accept no responsibility for the results that any interested third party may produce, either for direct damages or for any damages which, directly or indirectly, could be derived from decisions or considerations based on this document, or any use that the recipient may make of this document.

With regards to the liability Vector Renewables may be made responsible for as an independent Technical Advisor, this will not exceed, under any circumstance, the fees agreed to carry out the services for which Vector Renewables has been hired, and in any case, will exclude indirect or consequential damages, lost profits, damages or opportunity costs. Vector Renewables will respond solely and exclusively to the recipient or the petitioner of the service excluding any liability towards any third party involved directly or indirectly in the project.

This document has an informative and confidential nature and does not represent a report for qualified expert opinion purposes to be used in a court or at a trial, nor is it a legal or a fiscal report. It is therefore, intended solely and exclusively for such purposes to the recipient or borrower, with its exhibition, distribution, or reproduction without the prior written consent of Vector Renewables being prohibited. The use of this document for others than those uses agreed will need prior written consent by Vector Renewables.

In case of using this document for other purposes not agreed or without prior written consent by Vector Renewables will lead to Vector Renewables to be entitled to claim an additional 20% to the fees received for the elaboration of this document, all without prejudice to legal action under the applicable law that may correspond for any damages that were caused.

The reception of this document by its recipient implies the full acceptance of this "Disclaimer".

2.1.	Layout	5
2.2.	Aerogeneratore	7
3.	Dati anemometrici	8
4.	Valutazione preliminare della produzione lorda	10

1. PREMESSA

La Società Renantis Italia Srl (il “Committente”) ha incaricato la Società Vector Renewables Italia S.r.l. (il “**Consulente**”) di svolgere un’analisi preliminare allo scopo di determinare la potenzialità del progetto eolico Astra (il “Progetto”) in sviluppo nel territorio della provincia di Palermo, 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. MATERIALE FORNITO

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

- n. 1 ipotesi di layout di impianto
- n. 1 modello di aerogeneratore da utilizzare nella valutazione

Dalle ortofoto dell'area e dai dati pubblicamente disponibili, si riconosce la presenza nell'area di impianti terzi in esercizio considerati nell'analisi di producibilità dell'impianto al fine di includere scie esterne. Non sono stati forniti informazioni circa layout di impianti terzi in sviluppo in prossimità dell'impianto di progetto.

2.1. Layout

Le coordinate metriche del progetto Astra, fornite dal Committente, sulla base del layout aggiornato, sono riportate nella seguente tabella.

UTM WGS84 - Zone 33			
WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Quota [m]
WTG.01	380567	4181364	520
WTG.02	380967	4181366	490
WTG.03	385382	4179559	570
WTG.04	384247	4179180	658
WTG.05	384616	4178748	605
WTG.06	383608	4177031	540

Tabella 1: Coordinate dell'impianto Astra

I requisiti standard riguardo le inter-distanze tra le turbine adottati dal Consulente suggeriscono di mantenere indicativamente cinque diametri di rotore tra le macchine posizionate in scia alle direzioni prevalenti e tre diametri di rotore tra le macchine allineate perpendicolarmente alle direzioni prevalenti. La tabella seguente mostra le inter-distanze, in diametri di rotore maggiore e in metri rispettivamente, tra le posizioni proposte per il Progetto.

D=170 m/ m	WTG.01	WTG.02	WTG.03	WTG.04	WTG.05	WTG.06
WTG.01		400	5142	4279	4821	5294
WTG.02	2.4		4770	3942	4491	5076
WTG.03	30.2	28.1		1197	1116	3088
WTG.04	25.2	23.2	7.0		568	2242
WTG.05	28.4	26.4	6.6	3.3		1991
WTG.06	31.1	29.9	18.2	13.2	11.7	

Tabella 2: Inter-distanze in termini di metri e di rotori

Si evidenzia che è presente una inter-distanza inferiore ai 3 diametri di rotore, specificatamente tra le turbine WTG.01 e WTG.02, mentre, rispetto agli aerogeneratori esterni, le distanze da questi delle posizioni più esterne sono comunque superiori ai 3 km.

Le posizioni dei 6 aerogeneratori proposti sono presentate in Figura 1, in colore rosso per il progetto Astra e in colore blu per gli aerogeneratori esterni.

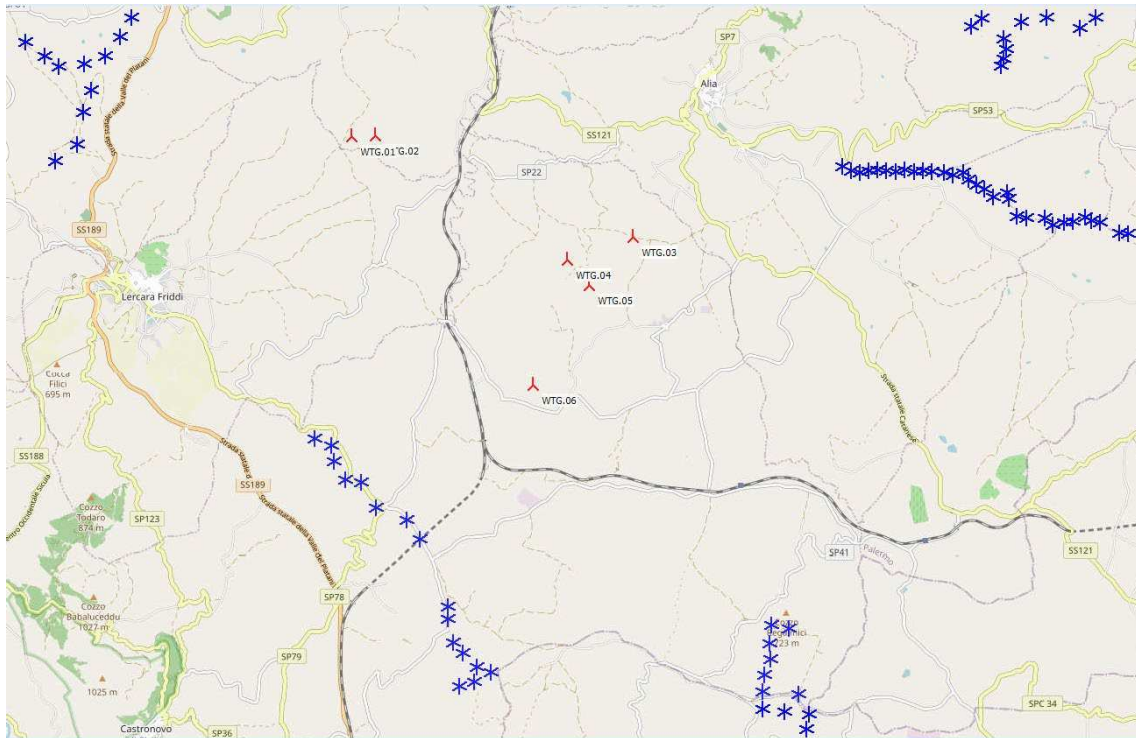


Figura 1: Mappa del sito con posizioni proposte (rosso) e aerogeneratori in esercizio (blu)

In virtù della inter-distanza minima evidenziata, ed in ogni caso, si consiglia di richiedere uno studio dettagliato di analisi dei carichi, o “Mechanical Load assessment and site suitability Analysis (MLA)”, direttamente al produttore degli aerogeneratori selezionati, in modo da verificare che i carichi a fatica, dovuti alle condizioni del sito e agenti sui componenti principali della macchina, rientrino nell’involuppo dei carichi di progetto.

2.2. Aerogeneratore

La produzione attesa del parco eolico Astra è stata stimata considerando il seguente modello di aerogeneratore, come indicato dal Committente, la cui curva di potenza standard calcolata all'altezza del mare (1.225 kg/m^3) è stata corretta alla densità del sito (1.13 kg/m^3) in base alla IEC 61400-12-1.

Modello turbina		SG 6.6-170	Diametro [m]	170.0
Potenza nominale [MW]		6.6	Altezza mozzo [m]	115.0
Velocità nominale [m/s]		15.5	Classe IEC	S
Velocità di Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/23.0	Densità dell'aria [kg/m³]	1.225
Bin di velocità [m/s]	Potenza, Pc [kW]	Coefficiente di spinta, Ct [-]		
0	0	0		
1	0	0		
2	0	0		
3	89	0.953		
4	328	0.847		
5	758	0.824		
6	1376	0.833		
7	2230	0.837		
8	3346	0.825		
9	4600	0.766		
10	5660	0.648		
11	6272	0.506		
12	6510	0.383		
13	6579	0.294		
14	6596	0.231		
15	6599	0.186		
16	6600	0.155		
17	6600	0.132		
18	6600	0.115		
19	6336	0.087		
20	6072	0.072		
21	5808	0.060		
22	5544	0.050		
23	5280	0.042		
24	-	-		
25	-	-		

The graph displays two performance metrics of the SG 6.6-170 turbine across 26 wind speed bins (0 to 25 m/s). The left y-axis represents Power in kW, ranging from 0 to 7000. The right y-axis represents the Thrust coefficient, ranging from 0.0 to 1.2. The x-axis represents the Wind speed bin in m/s. The blue line, labeled 'Power curve', shows the power output starting at 3 m/s, reaching a maximum of 6600 kW between 16 m/s and 18 m/s, and dropping to zero at 24 m/s. The green line, labeled 'Thrust coefficient', shows the thrust coefficient starting at 3 m/s, peaking at 0.953 in the 3 m/s bin, and then gradually decreasing to zero at 24 m/s.

Wind speed bin [m/s]	Power [kW]	Thrust coefficient [-]
0	0	0.000
1	0	0.000
2	0	0.000
3	89	0.953
4	328	0.847
5	758	0.824
6	1376	0.833
7	2230	0.837
8	3346	0.825
9	4600	0.766
10	5660	0.648
11	6272	0.506
12	6510	0.383
13	6579	0.294
14	6596	0.231
15	6599	0.186
16	6600	0.155
17	6600	0.132
18	6600	0.115
19	6336	0.087
20	6072	0.072
21	5808	0.060
22	5544	0.050
23	5280	0.042
24	-	-
25	-	-

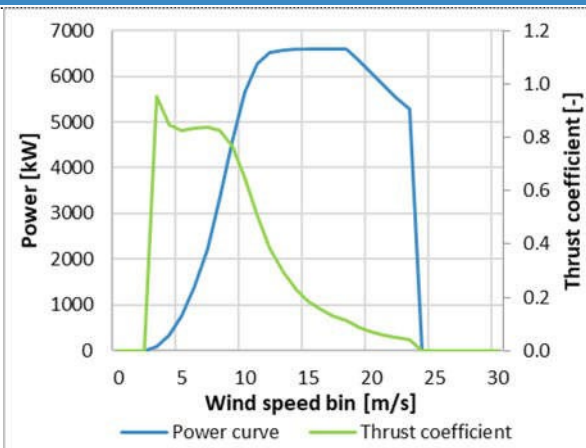


Tabella 3: Siemens Gamesa SG 6.6-170

3. DATI ANEMOMETRICI

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 informazioni, interne al Consulente e non divulgabili, sulla ventosità di siti ricadenti in un'area più ampia comprendente il territorio considerato. Tra le stazioni di misura disponibili nel database del Consulente, tre serie di dati del vento sono state identificate, in prossimità dell'area del sito a distanze variabili entro 10 km e ad altezza massima di 50 m. A seguito di alcuni controlli e verifiche sull'attendibilità delle misure in termini di rappresentatività, altezza di misura e caratteristiche del montaggio delle stazioni considerate, una stazione (Stazione 1) è stata selezionata come più rappresentativa rispetto alle posizioni delle turbine proposte, includendo comunque aggiustamenti dall'analisi dei risultati delle altre stazioni in relazione all'extrapolazione verticale della velocità del vento. Nella seguente Tabella 4 si riporta una valutazione qualitativa della campagna di misura alla Stazione 1, che si trova in un raggio di 5 km dal sito. I dati registrati da questa stazione sono considerati adatti per la presente analisi considerando la lunghezza del periodo di misura, superiore ad un anno, con una disponibilità maggiore del 95%.

Stazione	Disponibilità campagna di misura		Calibrazioni Anemometri calibrati	Montaggio e Altezze di misura	
	min. 12 mesi consecutivi	Disponibilità dati >90%		Sensore Top	Numero livelli di misura
1	✓ 18 anni (2002/ 2020)	✓	✓	15 m	1

Tabella 4: Valutazione qualitativa della campagna di misura

Le figure sottostanti riproducono, per l'anemometro virtuale posto in una posizione rappresentativa del sito:

- La distribuzione di Weibull, per classi di velocità, utilizzata dal modello di calcolo WAsP
- La rosa energetica, per classi di velocità, suddivisa per i 12 settori di provenienza
- La rosa dei venti, per classi di velocità, suddivisa per i 12 settori di provenienza

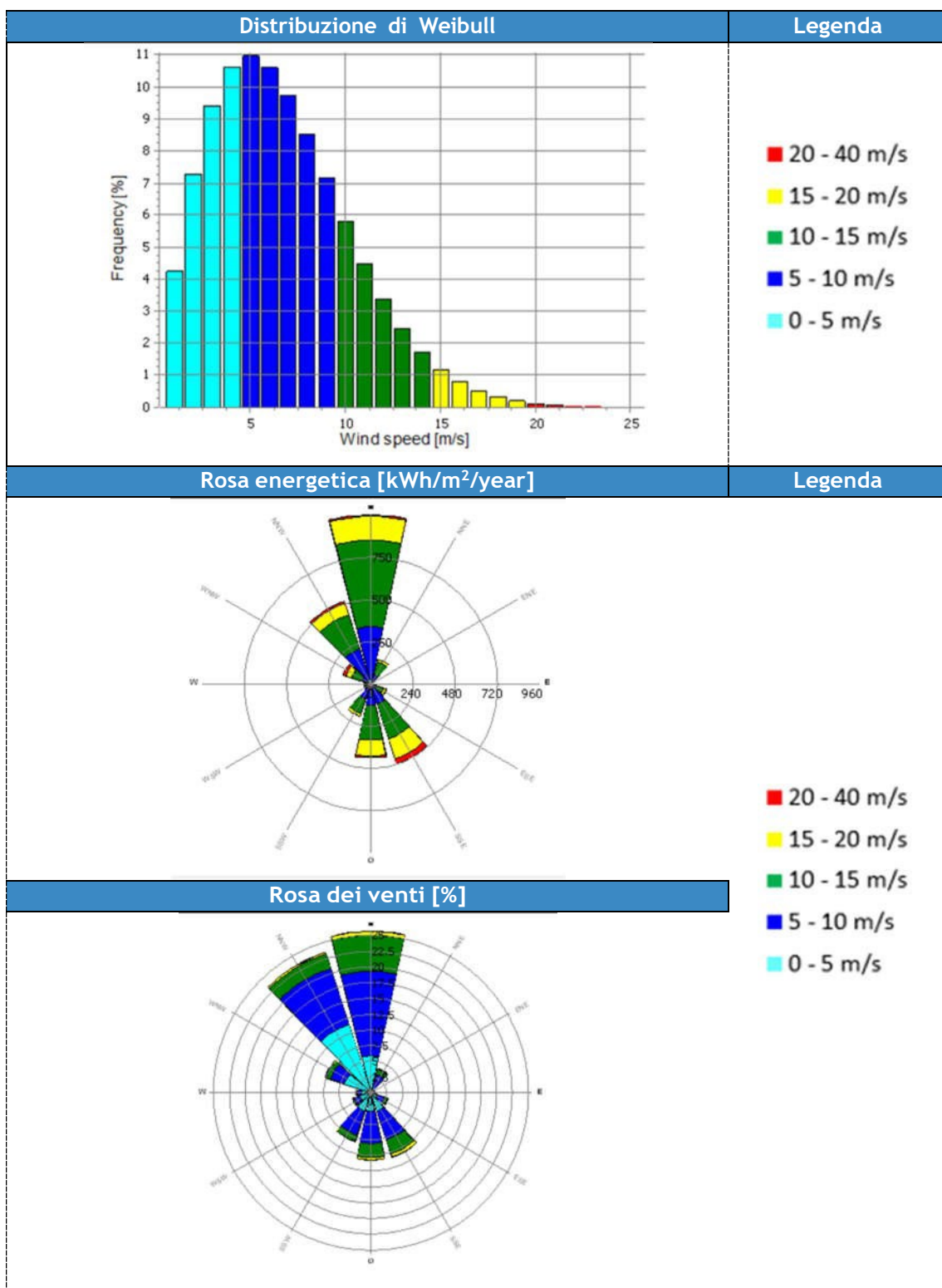


Figura 2: Parametri caratteristici dell'anemometro virtuale a 115 m

4. VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE LORDA

La stima della produzione lorda attesa del parco eolico Astra è stata ottenuta con il modello di aerogeneratore richiesto, utilizzando la distribuzione di frequenza rappresentativa del lungo periodo ad altezza mozzo e adottando la propagazione del modello WAsP 12 incluso in WindPRO 3.6. Il modello di scia implementato nell'analisi è il N.O. Jensen (RISO/EMD) basato sul decadimento della scia standard onshore di 0.075, costante per tutti i settori. La produzione di energia tiene conto delle perdite dovute agli effetti di scia e alla densità dell'aria del sito.

Le tabelle seguenti contengono le seguenti informazioni per ogni aerogeneratore:

ID: numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole

X [m]: longitudine E in coordinate UTM-WGS84, Zona 33

Y [m]: latitudine E in coordinate UTM-WGS84, Zona 33

Quota [m]: quota sul livello del mare

HH [m]: altezza mozzo

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

Produzione Lorda [GWh]: produzione lorda attesa

Netto di scia [GWh]: produzione lorda attesa al netto delle perdite per effetto scia

Perdita [%]: perdita percentuale di produzione per effetto scia

Ore equivalenti [h]: produzione specifica attesa al netto delle perdite per scia (ore/anno)

ID	X [m]	Y [m]	Quota [m]	HH [m]	V [m/s]	Produzione Lorda [GWh]		Perdita [%]	Ore equivalenti [h]
						Lordo di scia	Netto di scia		
WTG.01	380567	4181364	520	115.0	5.76	15.44	15.33	0.72	2323
WTG.02	380967	4181366	490	115.0	5.64	15.01	14.75	1.70	2235
WTG.03	385382	4179559	570	115.0	5.80	15.72	15.58	0.92	2360
WTG.04	384247	4179180	658	115.0	6.74	21.11	20.10	4.79	3046
WTG.05	384616	4178748	605	115.0	6.22	18.27	17.00	6.93	2576
WTG.06	383608	4177031	540	115.0	6.27	18.58	18.27	1.65	2769
					Media	6.07	17.36	16.84	2.78
					Totale	104.13	101.04		2551

Tabella 5: Produzione lorda attesa del parco eolico Astra

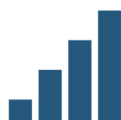
Si noti che la produzione di energia sopra riportata è la produzione lorda che tiene conto solo delle perdite dovute agli effetti scia tra gli aerogeneratori dell'impianto stesso e quelli operativi in sito, ove presenti, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria del sito. Ai fini della determinazione dell'energia effettivamente cedibile alla rete, in questa fase preliminare un'assunzione ragionevole di perdita aggiuntiva dell'impianto è 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.

Vector Renewables



Expertise and insights gained as Asset Manager of more than **3.5 GW**



70 GW of experience including solar PV and wind power services



Experience in more than 40 countries worldwide



Multidisciplinary team composed of over 200 employees



Offices in **10 countries**



15 years in the renewable energy industry

