

REGIONE SARDEGNA

Province di Oristano e Nuoro

Comuni di Sagama, Suni, Sindia e Scano Montiferro

Impianto Eolico "Suni"

REV	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
00	EMISSIONE PER PROGETTO DEFINITIVO	21/07/23	A.P.	A.P.	A.G.

Committente:

HERGO RENEWABLES S.p.A.

via Privata Maria Teresa, 8
20123 Milano



Società di Progettazione:

AUSTEX S.r.l.



via Privata Maria Teresa, 8 - 20123 Milano Tel: 02/36570.811
E-mail: info@austex.eu Fax: 02/36570.801

Progetto:

IMPIANTO EOLICO
"Suni"

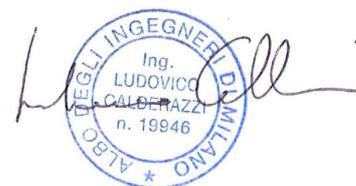
LIVELLO:

DEFINITIVO

Tavola:

VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Progettista/Resp. Tecnico:



Scala:

NA

Nome DIS./FILE:

SSS1-AR-101-00

Allegato:

1/1

F.to:

A4

A termini di legge ci riserviamo la proprietà di questo disegno, con assoluto divieto di riproduzione e divulgazione senza nostra autorizzazione scritta
On law terms we reserve the property of this drawing, with absolute prohibition of reproduction and distribution without our written permission

INDICE

PREMESSA	3
1. MATERIALE UTILI ALLA VALUTAZIONE.....	4
1.1 Dati di vento disponibili.....	5
1.2 Layout d'impianto	5
1.3 Aerogeneratore ipotizzato	6
1.4 Modello territoriale	7
2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI.....	8
3 MODELLO DI CALCOLO	8
3.1 Dati anemometrici in input al modello.....	8
4 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE LORDA ATTESA	10
4.1 Produzione lorda attesa.....	10
4.2 Produzione attesa al netto delle perdite	11
5 CONCLUSIONI	12

PREMESSA

La Società Hergo Renewables S.p.A, intende costruire un parco eolico in una zona del comune di Suni (OR), Sagama (OR), Tinnura (OR) e Sindia (NU), nella Regione Sardegna, composto da n° 10 aerogeneratori, una potenza unitaria di pari a 6,0 MW, una potenza massima di immissione di 60,0 MW e un'altezza di mozzo di 125m.

Il presente studio ha come scopo la definizione della stima di produzione attesa di lungo periodo del progetto.

L'attività è consistita anzitutto nell'esame dei dati disponibili di ventosità, da cui dedurre le eventuali incertezze da applicare alla stima, quindi nell'analisi, per poi nel valutare con appositi codici di calcolo la produzione attesa dell'impianto.

1. MATERIALE UTILI ALLA VALUTAZIONE

Il materiale disponibile ai fini della presente valutazione di produzione attesa si compone dei seguenti elementi:

- Serie di dati di vento rilevati in sito da una stazione anemometrica di altezza di 93m;
- layout d'impianto composto da n°9 posizioni;
- modello di aerogeneratore di grande taglia con il quali realizzare la stima di produzione, ovvero il Vestas V162 da 6,0 MW con altezza del mozzo da 125 m;
- modello tridimensionale del terreno con curve di livello equidistanti 25 m.

1.1 DATI DI VENTO DISPONIBILI

I dati di vento disponibili per la valutazione della produzione attesa dell'impianto corrispondono a quelli della serie di dati rilevati in sito da una stazione anemometrica alta 93m, in una posizione baricentrica rispetto alla disposizioni degli aerogeneratori in progetto.

Di seguito alcune informazioni della serie di dati anemometrici:

Nome Serie di dati	H Torre s.l.s.	WGS84	
		x	y
SUNI H93	93	465160	4458496

Il periodo di dati della serie di dati è indicato nella tabella seguente.

Nome Serie di dati	Periodo di rilevazione		N° giorni
	Data inizio	Data fine	
SUNI H93	28/07/2021	tutt'oggi	~721

1.2 LAYOUT D'IMPIANTO

Nella tabella sono riportate le posizioni fornite per i n°10 aerogeneratori d'impianto:

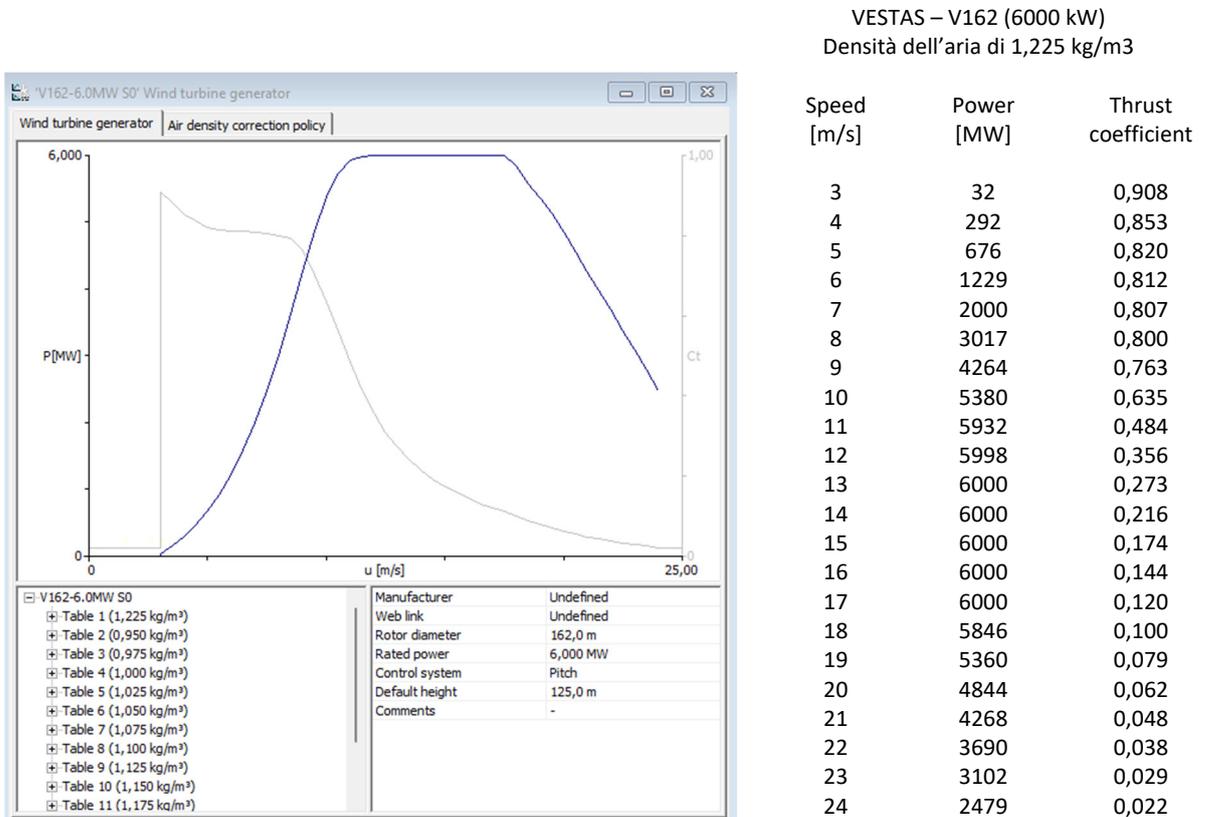
Coordinate WGS84- Fuso 32		
AG	Longitudine X	Latitudine Y
TI01	464099	4458298
SU02	465149	4458606
SU03	466344	4459586
SU04	465769	4459382
SA05	465475	4457782
SI06	471750	4457915
SI07	470239	4457739
SI08	473148	4458181
SI09	472053	4458350
SI10	471164	4456904

1.3 AEROGENERATORE IPOTIZZATO

Il modello di aerogeneratore per la valutazione della produzione attesa dell'impianto è il seguente:

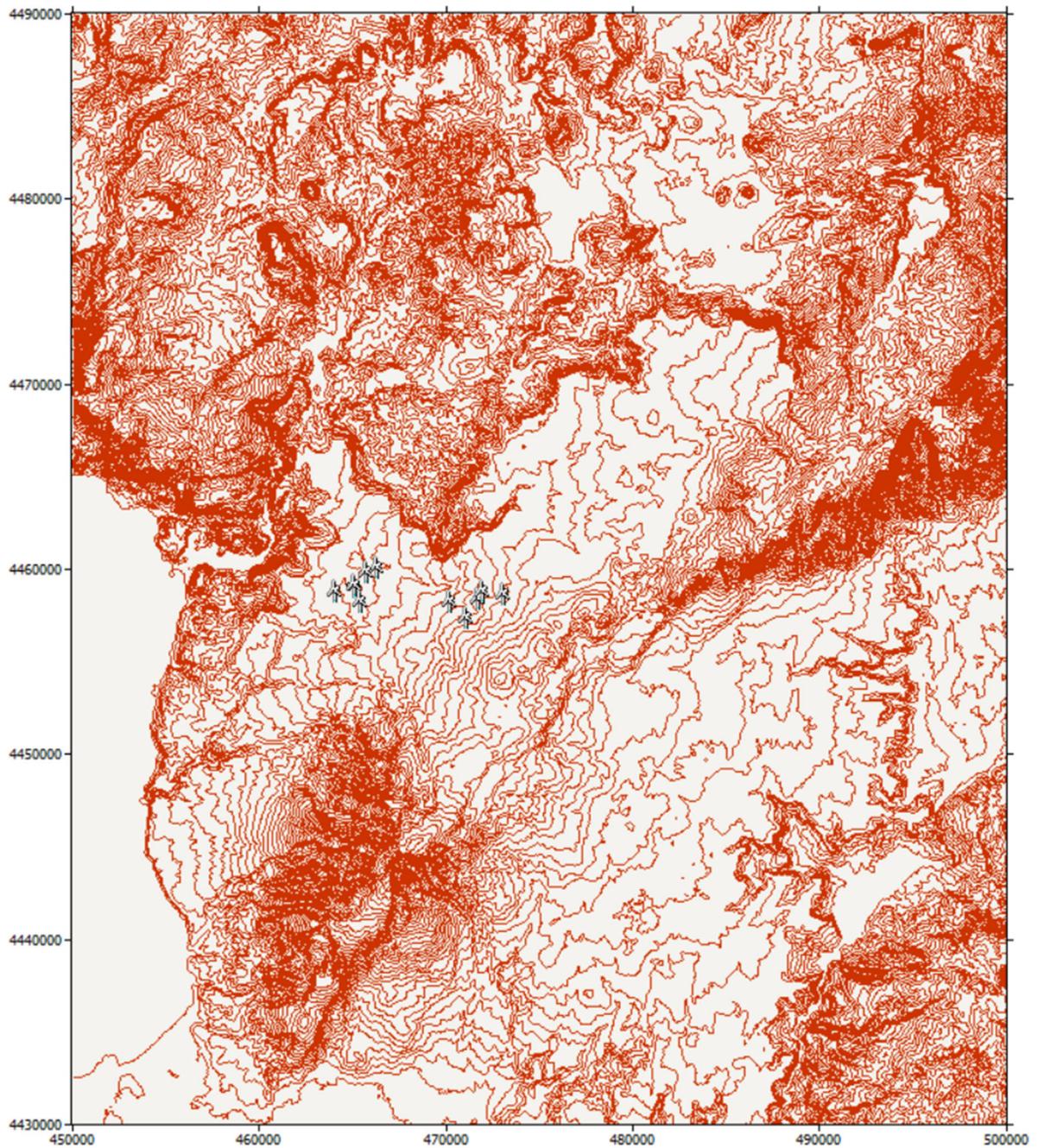
Costruttore	Modello	Diametro rotore (m)	Potenza nominale (MW)	H di mozzo (m)	Classe IEC
Vestas	V162	162	6,0	125	S

Nella figura sottostante sono rappresentate nel loro sviluppo sia la curva di potenza (P) che la curva di spinta (Ct) per la determinazione delle perdite per effetto scia.



1.4 MODELLO TERRITORIALE

Per l'area d'impianto si è utilizzato un modello tridimensionale del terreno con curve di livello equidistanti a 25 m.



Modello digitale del terreno, con aggiunta la rugosità, e parametri dimensionali

2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI

I risultati finali ottenuti dall'elaborazione dei dati sono sinteticamente riportati nella seguente tabella:

Nome Stazione	H anemometro	Periodo di rilevazione	Disponibilità dati validi	Velocità media	Energia	Parametri della distribuzione di Weibull		Gradiente al suolo
	(m)	(giorni)	(%)	(m/s)	(w/m ²)	Vc (m/s)	k	alfa
SUNI	125	721	97,5%	6,2	375	6,8	1,5	0,183

3 MODELLO DI CALCOLO

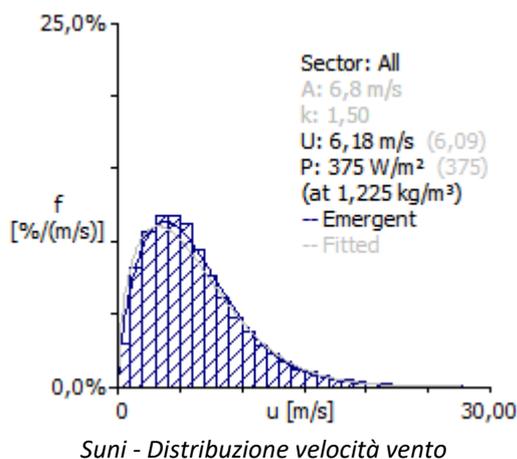
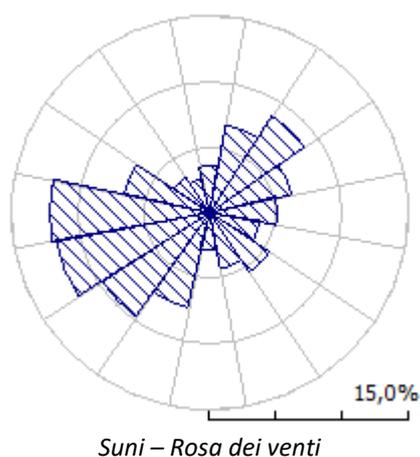
La valutazione di produzione attesa è stata realizzata con il codice di calcolo WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program), versione 12, messo a punto dal Risoe National Laboratory di Danimarca e basato su un modello matematico del flusso del vento.

Il programma utilizza i dati anemologici per calcolare il vento geostrofico (vento indisturbato in quota) per una superficie di diversi km di raggio. Sovrapponendo tale vento al modello tridimensionale del terreno, il programma valuta l'andamento della velocità del vento e più in generale i parametri statistici della distribuzione della velocità in punti arbitrari di tale superficie, tenendo conto della sua natura orografica, della rugosità del terreno e dell'eventuale presenza di ostacoli al flusso del vento. Il campo di velocità fornito dal modello è tridimensionale e ciò consente di disporre in modo naturale anche del profilo della velocità media del vento a varie altezze dal suolo.

3.1 DATI ANEMOMETRICI IN INPUT AL MODELLO

Il codice di calcolo WASP utilizza la distribuzione di Weibull per rappresentare i dati di vento e per definire il campo di vento indisturbato sull'area (Atlas). Esso effettua una regressione delle distribuzioni della velocità del vento rilevate per ciascuna direzione e determina i parametri A (valore caratteristico) e k (fattore di forma) della distribuzione di Weibull.

Le figure sottostanti riproducono, per la serie di dati della stazione anemometrica, la rosa dei venti e la distribuzione di Weibull in ingresso al modello a 125 m con l'extrapolazione al mozzo partendo dalla serie di dati a 93m e con un gradiente al suolo pari a ~0,131 e una valutazione di lungo periodo effettuata con i dati satellitari ERA 5, in un nodo della zona.



U	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	All
1,0	40	24	24	37	40	53	43	54	85	29	21	16	11
2,0	96	69	77	112	104	121	84	110	217	101	71	50	43
3,0	145	102	136	111	98	94	61	101	198	129	129	93	67
4,0	137	119	170	122	84	84	53	93	158	122	143	145	100
5,0	132	137	172	104	80	71	57	98	106	100	133	160	136
6,0	112	134	127	112	80	83	55	87	72	78	119	179	145
7,0	83	114	84	96	76	80	54	82	65	71	88	136	131
8,0	79	93	63	84	66	77	47	79	40	55	73	81	102
9,0	69	69	46	65	74	59	54	67	24	47	62	47	77
10,0	48	40	33	57	69	61	43	49	13	42	50	27	56
11,0	28	24	24	41	55	56	47	49	7	52	34	14	38
12,0	14	22	18	24	45	38	40	40	7	41	25	11	28
13,0	4	21	10	15	35	31	47	30	2	36	16	10	22
14,0	5	11	8	8	29	28	43	24	3	25	10	7	14
15,0	5	9	5	5	18	17	36	16	3	23	6	6	9
16,0	1	5	3	3	19	14	39	12	1	20	5	6	8
17,0	2	3	2	3	11	12	35	6	0	9	5	4	6
18,0	1	2	1	1	5	5	24	4	1	8	4	3	3
19,0	0	2	1	0	4	4	28	0	0	6	4	2	3
20,0	0	1	0	0	4	3	26	0	0	4	1	2	1
21,0	0	0	0	0	2	3	16	1	0	3	1	1	1
22,0	0	0	0	0	2	3	14	0	0	0	0	1	0
23,0	0	0	0	0	1	2	19	0	0	0	0	0	0
24,0	0	0	0	0	1	1	18	0	0	0	0	0	0
25,0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
26,0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0
27,0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
28,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A and U are given in m/s, P in W/m² and the frequencies of occurrence in per mille and per cent (f).

4 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE LORDA ATTESA

La produzione attesa per l'impianto in oggetto è stata valutata in rapporto all'aerogeneratore Vestas V162 da 6,0 MW con altezza di mozzo pari a 125m.

La produzione attesa tiene conto delle perdite per la densità dell'aria alla quota del sito e delle perdite per effetto scia che si genera internamente tra gli aerogeneratori dell'impianto.

4.1 PRODUZIONE LORDA ATTESA

I risultati di produzione lorda attesa sono riportati nella seguente tabella.

IMPIANTO EOLICO DI SUNI N°10 AEROGENERATORI VESTAS V162 DA 6,0 MW H MOZZO 125 M

Site	Site x	Site y	Elev.	Ht	U	Gross	Net.	Loss	Net.Hours
ID	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[GWh]	[GWh]	[%]	[MWh/MW]
TI01	464099	4458298	367	125	6,2	16,203	15,887	2,0	2648
SU02	465149	4458606	381	125	6,2	16,026	15,316	4,4	2553
SU03	466344	4459586	403	125	6,2	16,100	15,236	5,4	2539
SU04	465769	4459382	390	125	6,2	15,997	15,295	4,4	2549
SA05	465475	4457782	392	125	6,2	16,151	15,809	2,1	2635
SI06	471750	4457915	537	125	6,1	15,636	14,761	5,6	2460
SI07	470239	4457739	504	125	6,2	15,937	15,577	2,3	2596
SI08	473148	4458181	575	125	6,1	15,654	15,018	4,1	2503
SI09	472053	4458350	554	125	6,3	16,226	15,424	4,9	2571
SI10	471164	4456904	558	125	6,2	16,027	15,678	2,2	2613
Medie :			466	125	6,2	-	-	3,7	2567
Somme :						160,0	154,0		

4.2 PRODUZIONE ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE

I valori di produzione lorda attesa ottenuti dal processo di calcolo illustrato nel paragrafo precedente tengono conto unicamente delle perdite dovute alla scia degli aerogeneratori e alla densità dell'aria alla quota del sito.

Costruttore	Potenza AG	Numero AG	Potenza impianto	H mozzo	Perdite medie scia	Produzione lorda (al netto delle scie)	
	(MW)	(N)	(MW)	(m)	%	(GWh/y)	(ore/y)
V162	6,0	10	60,0	125	3,7	154,0	2567

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:

Sorgente della perdita	Valore in %
Disponibilità Contrattuale degli aerogeneratori	-2,5%
Disponibilità non contrattuale aerogeneratori	-0,5%
Disponibilità B.O.P.	-1,0%
Disponibilità Rete	-0,3%
Perdite Elettriche	-3,0%
Ambiente	-0,4%
Performance Aerogeneratori	-2,3%
Perdite totali	-9.6%

La seguente tabella riporta la sintesi dei risultati conclusivi ottenuti:

Costruttore	Modello AG	Potenza impianto	Produzione lorda (morsetti generatori)		Produzione netta (cedibile alla rete)	
		(MW)	(GWh/y)	(ore/y)	(GWh/y)	(ore/y)
Vestas	V162	60,0	144,1	2567	139,2	2321

L'energia riportata nelle tabelle rappresenta la quota netta cedibile alla rete.

5 CONCLUSIONI

Con il presente rapporto sono stati determinati i risultati di stima della produzione attesa dell'impianto eolico di Suni, ubicato in Sardegna, nelle Provincie di Oristano e Nuovo, nei territori comunali di Suni, Sagama, Tinnura e Sindia.

L'attività è iniziata con la validazione e l'analisi statistica dei dati di vento disponibili, della serie di dati registrati da una stazione anemometrica installa appositamente in sito, alta 93m sls, con la verifica della ventosità di lungo periodo, nonché con la messa a punto del modello di calcolo WAsP.

La messa a punto del modello di calcolo si rende necessaria per valutare, attraverso verifiche e controlli successivi, la capacità del modello di calcolo a interpretare i dati di ventosità forniti, e in particolare gli effetti dell'orografia e della rugosità del terreno sulla corretta estrapolazione della velocità del vento al mozzo delle macchine. Le numerose verifiche hanno consentito di valutare le approssimazioni e il grado di incertezza introdotto dal modello nel calcolo in ogni fase del processo.

Con i risultati ottenuti si è proceduto alla valutazione della produzione attesa, lorda e netta, della soluzione di layout.

Il calcolo della produzione attesa media ($P_{50\%}$) è stato effettuato sulla base di tutti i dati disponibili, utilizzando al meglio il codice di calcolo numerico e, nel caso in cui il processo offriva la possibilità di più scelte alternative, adottando i criteri di calcolo ritenuti più verosimili per le caratteristiche specifiche del sito e/o maggiormente conservativi, allo scopo di ridurre il rischio di sopravvalutazione della produzione.