

REGIONE ABRUZZO

Comune di
MONTEFERRANTE
(Prov. di Chieti)

Corso Umberto 42, 66040 Monteferrante (Ch)
Tel 0872-940354 Fax 0872 940354

COMMITTENTE: **Edison Rinnovabili Spa**

Reg. Imprese di MILANO - MONZA - BRIANZA - LODI e C.F. 01890981200
Partita IVA 12921540154 - REA di Milano 1595386
Codice destinatario RWWYUTX

Sede Legale: Foro Buonaparte, 31 - 20121 MILANO
Tel. +39 02 6222 1 - PEC: rinnovabili@pec.edison.it

Oggetto:

**ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO
MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING DELLE TORRI ESISTENTI
E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI
- INTERVENTO IR7 -**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DATI DI VENTO E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Il Progettista

Ing. Antonio Scutti



STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA
Dott. Ing. Antonio SCUTTI

Contrada Tomassuoli, 46 - 66040 PERANO (Ch)
Codice Fiscale SCT NTN 54A02 A235I # Partita IVA 00643420698
Tel./fax. 0872/898020 LICENZA - AUTODESK - n. 053-01002259
Personal 337 632986
E-mail: antonioscutti@alice.it

SCALA

TAVOLA

H

DATA

24/03/2023

00	24/03/2023	PROGETTO DEFINITIVO	
Rev.	Data	Note	Rif. Documento

AS_GIU_A390_

**PROGETTO DI INTEGRALE RICOSTRUZIONE DEL PARCO EOLICO DI
MONTEFERRANTE – GUADO CONFALONE E GUADO DI RENZO
COMUNE DI MONTEFERRANTE (CH)**

RELAZIONE DATI DI VENTO E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Rev.	Descrizione e motivazioni della revisione	Emesso	Approvato
0	Prima Emissione 01/04/2023	Pasquale Morelli Paolo Serralunga	Alessandro Arienti

INDICE

PREMESSA	3
1. MATERIALE UTILIZZATO	4
1.1 Dati di vento.....	5
1.2 Layout d’impianto	6
1.3 Aerogeneratori	8
2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI	9
2.1 Dati anemometrici in input al modello.....	10
2.2 Impostazione del modello.....	11
3 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE NETTA ATTESA	12
3.1 Produzione attesa al netto delle perdite	12
4 CONCLUSIONI	13

PREMESSA

Il Progetto di Integrale Ricostruzione dei parchi eolici di Guado Confalone e Guado di Renzo è situato nel Comune di Monteferrante della Provincia di Chieti a forte vocazione eolica vista la presenza di numerosi impianti eolici della proponente nella Regione Abruzzo.

Il nuovo impianto, che prenderà il posto degli impianti esistenti della Società quale integrale ricostruzione (IR), sarà composto da 5 aerogeneratori di potenza nominale unitaria fino a 4.2 MW per una potenza complessiva nominale di 21 MW. Dal punto di vista della connessione alla rete di trasmissione nazionale, la potenza elettrica in immissione è limitata a 18 MW a livello aggregato. Il modello di aerogeneratore (WTG) considerato nella presente relazione è caratterizzato da un diametro di rotore fino a 136 m e un'altezza al mozzo di 82 m. L'altezza massima al tip (mozzo + pala) potrà essere fino a 150 m.

Oltre ai parchi eolici oggi in produzione nel Comune di Monteferrante di Guado Confalone e Guado di Renzo, il gruppo Edison ha realizzato anche il parco eolico di Casone Franceschiello sempre nel Comune di Monteferrante e altri parchi eolici nei comuni limitrofi, sviluppando una conoscenza approfondita della zona che si conferma essere caratterizzata da buona ventosità anche in relazione alle numerose stazioni anemometriche installate sul territorio da lungo tempo.

1. MATERIALE UTILIZZATO

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

- dati di vento, raccolti da numerose stazioni anemometriche ubicate in sito
- rapporto di installazione delle stazioni anemometriche, corredate dei certificati di calibrazione degli anemometri utilizzati nelle campagne di misura
- rapporti di manutenzione ordinaria e straordinaria delle stazioni anemometriche
- layout d'impianto composto da n°5 posizioni
- modello di aerogeneratore di grande taglia con il quale realizzare la stima di produzione, ovvero, a titolo esemplificativo, modello Vestas V36 da 4,2 MW con altezza mozzo pari a 82m
- layout d'impianto dei parchi eolici, di proprietà del gruppo Edison e di terzi, limitrofi alla zona di interesse
- dati di produzione degli aerogeneratori esistenti dai sistemi di monitoraggio SCADA, in posizioni vicine al layout d'impianto oggetto della presente relazione
- analisi sulla produzione dei parchi eolici esistenti e sui layout di progetto elaborati anche da riconosciuti consulenti terzi quali Fichtner e Deutsche Wind Guard
- modello tridimensionale del terreno con curve di livello equidistanti 10m e rugosità del terreno.

1.1 DATI DI VENTO

I dati di vento in possesso e utili per la valutazione della produzione attesa dell'impianto corrispondono a quelli registrati da varie stazioni anemometriche installate in sito, situate a distanze tra 0,7 e 5,5 km circa dagli aerogeneratori alla base del layout di impianto in progetto.

Di seguito la denominazione delle stazioni anemometriche con codice e posizione:

Nome	Codice	H Torre	Coordinate UTM-WGS84- Fuso 33		Altitudine
Stazione	Stazione	m s.l.s.	Longitudine E	Latitudine N	s.l.m.
Castiglione MM01	506	72	452273	4636238	1277
Castiglione Messer Marino	214	10	453026	4635698	1164
Monteferrante2	239	10	450360	4641044	1330
Monteferrante3	243	10	449603	4644121	848
Roccaspinalveti	505	70	454634	4639064	1318

Le date di installazione delle stazioni anemometriche ed il periodo di dati rilevati sono indicati nella tabella seguente:

Nome	Codice	Periodo di rilevazione		n°
Stazione	Stazione	Data inizio	Data fine	Mesi
Castiglione MM01	506	12/12/2013	22/05/2017	41
Castiglione Messer Marino	214	13/05/1999	*	285
Monteferrante2	239	16/05/2000	*	273
Monteferrante3	243	06/06/2000	09/07/2014	169
Roccaspinalveti	505	02/09/2013	17/11/2015	26

* Stazione ancora attiva

Qui sotto sono presentate le velocità medie delle stazioni anemometriche considerate per l'analisi e per definire la climatologia nel modello.

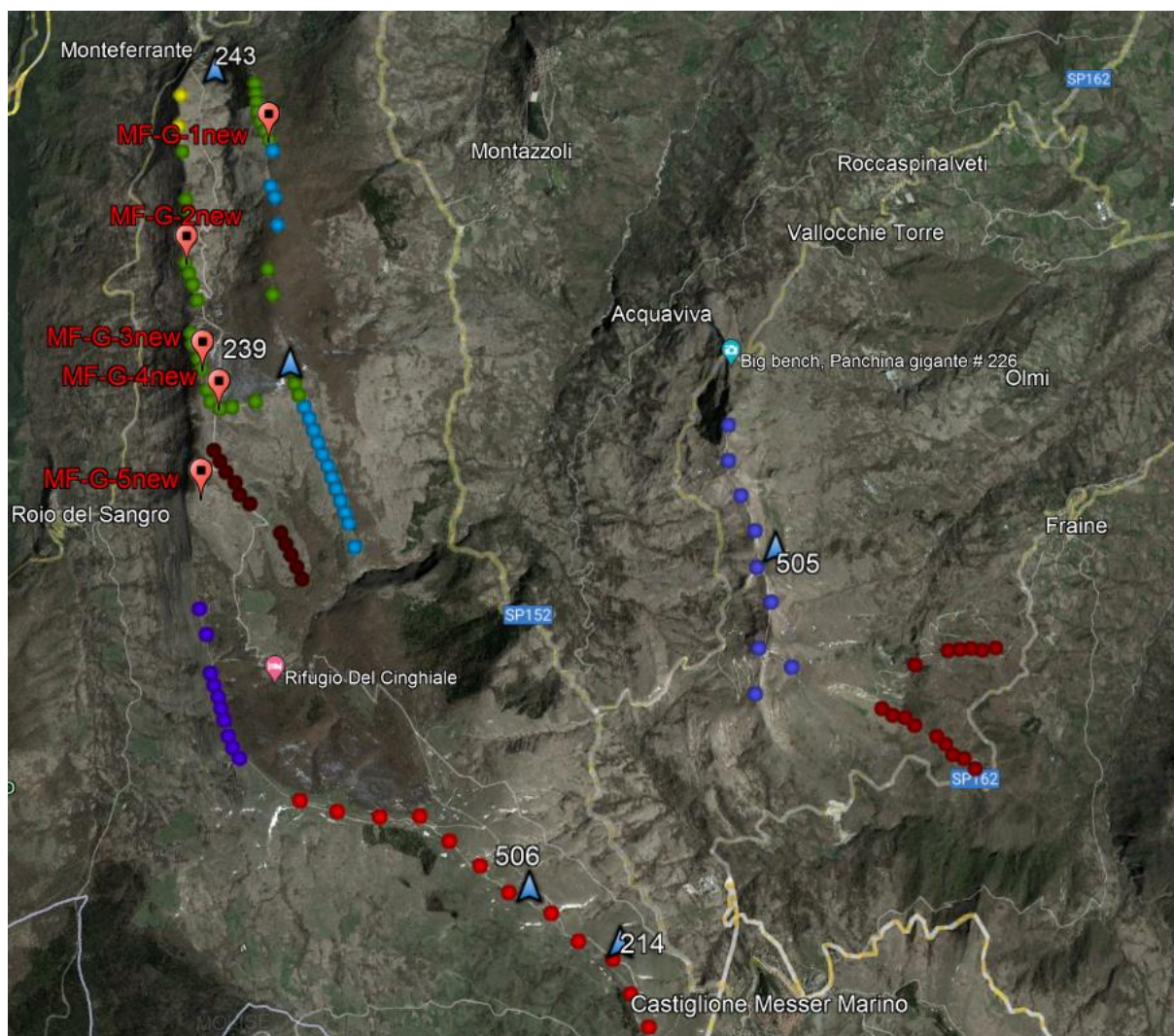
Nome	Codice	H Torre	V _{media}	Disponibilità
Stazione	Stazione	s.l.s.	m/s	%
Castiglione MM01	506	72	7,03	73,26
Castiglione Messer Marino	214	10	6,59	92,12
Monteferrante2	239	10	3,98	94,52
Monteferrante3	243	10	3,89	91,23
Roccaspinalveti	505	70	6,87	93,88

1.2 LAYOUT D'IMPIANTO

Il progetto di IR nel Comune di Monteferrante – Guado Confalone / Guado di Renzo è così sintetizzabile:

- 1) saranno dismessi n. 30 aerogeneratori aventi potenza complessiva di 18 MW
- 2) saranno realizzati n. 5 aerogeneratori aventi nuova potenza complessiva nominale di 21 MW, con potenza in immissione pari a 18 MW.

Il layout d'impianto in progetto (Monteferrante Guado Confalone / Guado di Renzo, in rosso le posizioni degli aerogeneratori previsti), gli impianti sottostanti attualmente in esercizio (Guado di Renzo in giallo e Guado Confalone in verde), gli impianti limitrofi in esercizio (in particolare Monteferrante Casone Franceschiello in marrone e Montazzoli in azzurro) e le stazioni anemometriche sono riportati su ortofoto nella figura seguente.



Le posizioni delle macchine degli impianti in esercizio più vicini sono state incluse nel modello di calcolo, per considerarne gli effetti di scia.

1.3 AEROGENERATORI

A titolo esemplificativo, il modello di aerogeneratore utilizzato 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	V136	136	4,2	82	IIB

La curva di potenza utilizzata è relativa alla densità dell'aria di 1.225 Kg/m³ corrispondente alla quota altimetrica del mare. Successivamente il codice di calcolo WAsP calcola la densità dell'aria nelle posizioni del layout di impianto.

Nelle figure sottostanti 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 al variare della velocità del vento

Velocità (m/s)	Potenza (MW)	Ct
3	0,055	0,873
4	0,220	0,845
5	0,471	0,844
6	0,841	0,843
7	1,362	0,821
8	2,042	0,816
9	2,845	0,746
10	3,547	0,607
11	4,025	0,484
12	4,188	0,369
13	4,200	0,281
14	4,200	0,221
15	4,200	0,178
16	4,200	0,146
17	4,200	0,122
18	4,200	0,103
19	4,200	0,088
20	4,200	0,076
21	4,200	0,066
22	4,200	0,059
23	4,200	0,052
24	4,200	0,047
25	4,200	0,042
26	4,200	0,038
27	4,200	0,035

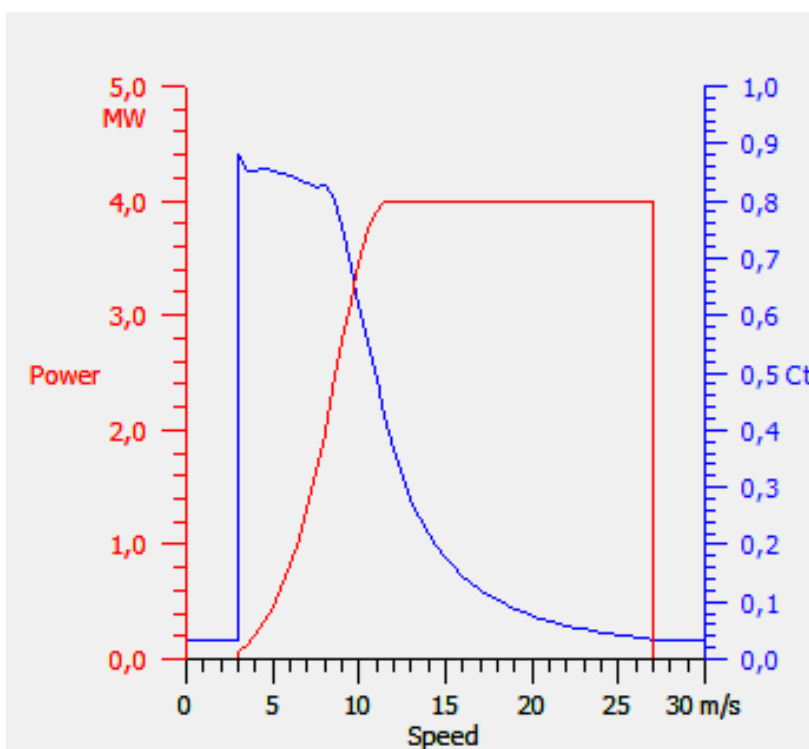


Figura I - Curva di potenza e Ct dell'aerogeneratore Vestas V136

2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI

I dati anemometrici disponibili per la valutazione della produzione attesa per il progetto eolico sono quelli delle stazioni anemometriche nella zona dell'impianto, nonché le informazioni anemometriche e di produzione raccolte dal sistema SCADA per ciascun aerogeneratore installato nell'area della proponente.

Sono state analizzate quindi molteplici fonti di dati, in un'area complessa a causa delle scie generate dagli impianti esistenti sui sensori di misura in un terreno orograficamente complesso.

Nella seguente tabella sono sinteticamente riportati i risultati finali ottenuti dall'analisi di validazione della stazione anemometrica "506 – Castiglione MM01".

Codice stazione	H anemo- metro (m)	Periodo di rilevazione (mesi)	Disponibilità dati validi (%)	Velocità media (m/s)
506 Castiglione MM01	72	41	73,26	7,03
	69	41	87,82	7,06
	50	41	98,39	6,6
	30	41	97,81	6,65

Per l'analisi del gradiente del vento con l'altezza dal suolo si sono potuti analizzare i valori di misura dei sensori a varie altezze delle torri anemometriche, nonché considerare i valori di vento e produzione misurati presso le navicelle degli aerogeneratori vicini in esercizio.

Inoltre, sono stati considerati i valori di gradiente verticale della velocità del vento calcolati dal consulente Deutsche Wind Guard.

La velocità media del vento ad altezza mozzo (82 m) è stimata quindi pari a ca. 5,3 m/s.

2.1 DATI ANEMOMETRICI IN INPUT AL MODELLO

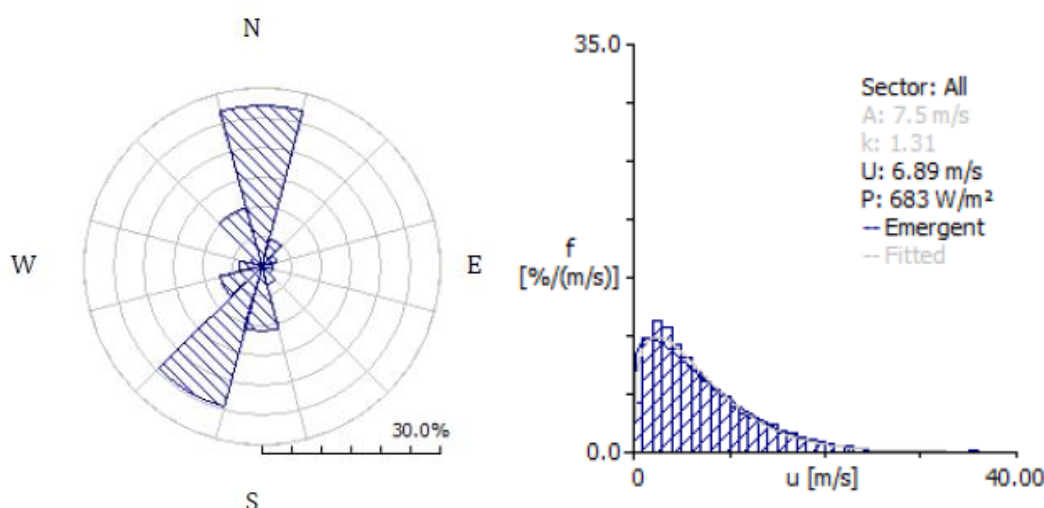
La valutazione di produzione attesa è stata effettuata sulla base dei dati di produzione delle macchine esistenti con i dati SCADA, col supporto dei dati delle stazioni anemometriche.

Per ogni aerogeneratore in esercizio vicino alle posizioni del layout, è stata calcolata la produzione teorica lorda prima delle perdite per scia, considerando la distribuzione direzionale di frequenza del vento del punto in oggetto. Una volta ottenute le produzioni indisturbate teoriche, si sono potute ricavare le condizioni di ventosità puntuali presso gli aerogeneratori esistenti, mediante calcoli inversi basati sulle curve di potenza degli aerogeneratori in esercizio.

I valori all'altezza dei sensori delle stazioni anemometriche e i valori all'altezza del mozzo degli aerogeneratori in esercizio sono stati estrapolati all'altezza di mozzo dell'aerogeneratore considerato per la stima della produzione energetica, seguendo il profilo del vento specifico del sito (coefficiente wind shear nell'intervallo tra ca. 0,03 e 0,06). Questi valori sono in linea con quanto stimato dal consulente Deutsche Wind Guard.

I dati così generati a partire dalle stazioni anemometriche coprono un periodo di tempo di parecchi anni e pertanto non è stato necessario effettuare correlazioni sul lungo periodo con dati satellitari o altre stazioni.

Sotto è rappresentata la rosa del vento della stazione di misura 506 – Castiglione MM01 a seguito della validazione ed elaborazione delle misure.



2.2 IMPOSTAZIONE DEL MODELLO

È stato considerato un valore di densità dell'aria pari a $1,06 \text{ kg/m}^3$, sulla base delle pluriennali misurazioni negli impianti in esercizio.

E' stato effettuato un calcolo per l'estrapolazione orizzontale dei valori di ventosità a partire dai punti di misura (aerogeneratori in esercizio e stazioni), che pondera la distanza dai valori sperimentali nei punti di interesse.

La stima della produzione è stata effettuata utilizzando la curva di potenza dell'aerogeneratore di riferimento di cui al paragrafo 1.3.

Sono stati stimati gli effetti di scia utilizzando modelli standard e gli altri parametri di simulazione sono stati impostati sui valori standard secondo lo stato dell'arte del settore eolico.

3 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE NETTA ATTESA

La produzione attesa per l'impianto in oggetto è stata valutata in rapporto al modello di aerogeneratore indicato nel paragrafo 1.3.

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

3.1 PRODUZIONE ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE

Il valore di produzione netta attesa è ottenuto dal processo di calcolo illustrato nei paragrafi precedenti e tiene conto, oltre alle perdite dovute alla scia degli aerogeneratori e alla densità dell'aria alla quota del sito, (i) delle perdite elettriche, (ii) delle perdite di performance degli aerogeneratori (ad esempio per effetti ambientali, quali la temperatura), (iii) della disponibilità di rete, (iv) della disponibilità di aerogeneratori e Balance of Plant (BoP).

Costruttore	Potenza AG	Numero AG	Potenza impianto	H mozzo	Perdite medie scia	Produzione netta (100% potenza nominale impianto)	
	(MW)	(N)	(MW)	(m)	%	(GWh/y)	(ore/y)
VESTAS V136	4,2	5	21	82	6,4	36,8	1751

I valori delle perdite elettriche, di performance degli aerogeneratori e delle altre perdite sono basati su valori medi relativi a impianti in esercizio della proponente di simile potenza elettrica complessiva.

E' stato infine considerato preliminarmente l'impatto delle limitazioni degli aerogeneratori alla potenza concessa in immissione a 18 MW con riduzione di ca. 1 - 2 GWh/y della stima annua, considerando le perdite elettriche dei cavidotti, la relativa trasformazione da media tensione ad alta tensione e la distribuzione di frequenza del vento alle velocità più elevate. La producibilità annua stimata al netto di quest'ultimo aspetto è pari a ca. 35 - 36 GWh/y.

4 CONCLUSIONI

Con il presente rapporto sono stati determinati i risultati di stima della produzione attesa dell'impianto eolico di integrale ricostruzione di Monteferrante – Guado Confalone e Guado di Renzo, ubicato in Abruzzo, in Provincia di Chieti, nel territorio comunale di Monteferrante.

L'attività è iniziata con la validazione e l'analisi statistica dei dati disponibili, rilevati sia dalle stazioni anemometriche installate in sito di proprietà della proponente che dal sistema SCADA degli aerogeneratori esistenti limitrofi sempre di proprietà della proponente. È stata verificata la ventosità di lungo periodo, nonché messo a punto un modello di calcolo.

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.

Infine, nella seguente tabella è riportato un confronto in termini di KPI dell'IR rispetto all'esistente basati sulle seguenti variazioni:

- numero di aerogeneratori
- potenza totale
- produzione di energia.

n. WTG exis.	Potenza esistente	Media produz. energia	n. WTG IR	Potenza futura IR	Stima produz. netta	WTG new / WTG exis. - 1	P new / P existing	E new / E existing
#	MW	GWh/y	#	MW	GWh/y	%	#	#
30	18	20,9	5	18*	35	-83%	1*	1,7

* Il valore di potenza in immissione sarà limitato a 18 MW, a fronte di 21MW nominali da installare

Si può evincere **dalla tabella il miglioramento complessivo del progetto di IR rispetto all'esistente con riduzione del numero di aerogeneratori a fronte di un incremento della potenza elettrica complessiva e di un incremento ancora maggiore in termini di produzione di energia.**