



VCC Energia Licata Srl

REGIONE SICILIANA

PROVINCIA DI AGRIGENTO
COMUNE DI LICATA



PROVINCIA DI CALTANISSETTA
COMUNE DI BUTERA



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA
POTENZA DI 93,5 MW**

"AGRABONA"

REL.01

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Committente:
VCC Energia Licata Srl
Via Oreste Ranelletti, 281 - 67043 -
Celano (AQ)
P.IVA e C.F.: 02114010669

VCC Energia Licata Srl
Il Rappresentante Legale

PROGETTO DEFINITIVO

Data: 10/11/2021

Rev. 01

PROGETTO REDATTO DA: VCC Trapani Srl

Il disegnatore:
Geom. Fabrizio Baruffa

I progettisti:
Ing. Giuseppe Morgante

Ing. Eugenio Oreto

Ing. Antonio Bartolozzi



Sommario

1. CONSISTENZA E TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO	2
1.1 PREMessa	2
1.2 IMPORTANZA DELL'INIZIATIVA.....	2
2. DATI DI PROGETTO.....	2
2.1 UBICAZIONE DELL'IMPIANTO	2
2.3 TABELLA 2 - DATI RELATIVI ALL'AREA	4
2.4 TABELLA 3 - DATI RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE	4
2.5 TABELLA 4 - DATI RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO	4
2.6 TABELLA 5 - DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO	5
3. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	5
4. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA.....	6
4.1 VALUTAZIONE DELL'AREA DISPONIBILE.....	6
4.2 VALUTAZIONE DELLA RISORSA EOLICA DISPONIBILE.....	7
4.3 DETERMINAZIONE DELL'ENERGIA PRODUCIBILE DALL'INTERO SISTEMA.....	7
5. COMPONENTI DELL'IMPIANTO.....	7
5.1 DESCRIZIONE.....	7
5.2 TURBINE EOLICHE	8
5.3 CABINE MT/BT	8
5.4 CONVERTITORE	8
5.5 QUADRO DI RETE.....	9
5.6 IMPIANTO DI TERRA.....	9
5.7 CAVI.....	9
6. VERIFICA TECNICO FUNZIONALE	10
6.1 ESAME A VISTA	10
6.2 PROVE.....	10

1. CONSISTENZA E TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO

1.1 Premessa

I crescenti problemi di inquinamento ambientale e quelli legati alla esauribilità dei combustibili fossili, spingono all'utilizzo di fonti rinnovabili per soddisfare i bisogni energetici. Tra le varie tecnologie, quella che sfrutta la risorsa eolica sembra tra le più indicate. Anche dal punto di vista normativo numerose sono le norme italiane e le direttive europee che ne incentivano l'uso che verranno richiamate nella apposita sezione di questa relazione di inquadramento.

L'impianto, oggetto del presente documento, si propone di conseguire un significativo output energetico nella zona del comune di Licata, in provincia di Agrigento.

1.2 Importanza dell'iniziativa

La tecnologia eolica si basa sulla capacità di opportuni turbine eoliche accoppiate a generatori elettrici a magneti permanenti, di convertire l'energia del vento in energia elettrica. L'interesse per questa tecnologia è legato alle sue particolari caratteristiche quali disponibilità diffusa della fonte eolica, totale modularità (da pochi watt ai megawatt), elevata affidabilità grazie al ridotto numero di organi meccanici in movimento e minima esigenza di manutenzione.

A seconda delle esigenze, è possibile utilizzare il sistema per alimentazioni di utenze isolate (sistema a isola) oppure connesso alla rete elettrica di distribuzione.

In generale, i vantaggi della tecnologia eolica possono riassumersi in:

- Produzione di energia elettrica senza alcun tipo d'emissione inquinante;
- risparmio dei combustibili fossili;
- estrema affidabilità;
- costi di manutenzione ridotti al minimo;
- modularità del sistema (per aumentare la taglia basta aumentare il numero dei moduli);
- il possibile utilizzo di superfici marginali (tetti, solai, etc.) mediante soluzioni progettuali compatibili con le esigenze di tutela architettonica e ambientale.

2. DATI DI PROGETTO

2.1 Ubicazione dell'impianto

Il parco eolico è localizzato in agro del Comune di LICATA (AG) e la stazione di connessione in agro Butera.

L'architettura dello stesso è composta da 17 torri eoliche di potenza massima pari a 5.5 MW. L'area oltre a presentare adeguata inclinazione, risulta nella parte circostante totalmente libera da ostacoli (arbusti o edifici) che potrebbero produrre ombreggiamento idrodinamico e quindi una diminuzione di rendimento dell'impianto.



Figura 1- Ortofoto Area Impianto

PARCO EOLICO "AGRABONA" nel Comune di LICATA (AG)							
N.WTG	Comune	Foglio	Mappale	Superficie	Ha a c.a	COORDINATE	QUOTA (M S.L.M.)
1 - LIC	Licata	34	29	00 80 80		37° 9'40.35"N 13°58'13.43"E	238
2 - LIC	Licata	34	195	01 41 00		37° 10'10.01"N 13°58'40.06"E	199
3 - LIC	Licata	37	74	09 97 00		37° 1'0.79"N 13°59'17.00"E	245
4 - LIC	Licata	37	101	03 17 84		37° 9'49.15"N 13°59'32.42"E	280
5 - LIC	Licata	34	244	02 73 20		37° 9'39.58"N 13°58'41.68"E	273
6 - LIC	Licata	37	131	02 45 27		37° 9'39.31"N 13°59'6.34"E	248
7 - LIC	Licata	64	221	18 24 56		37° 9'33.56"N 13°59'33.01"E	308
8 - LIC	Licata	64	221	18 24 56		37° 9'21.01"N 13°59'44.53"E	265
9 - LIC	Licata	64	149	02 87 50		37° 9'4.30"N 14° 0'11.95"E	267
10 - LIC	Licata	65	199	04 77 50		37° 8'38.66"N 14° 0'22.62"E	262
11 - LIC	Licata	66	19	05 06 40		37° 8'8.48"N 14° 0'51.19"E	306
12 - LIC	Licata	66	82	00 96 20		37° 8'15.26"N 14° 1'40.27"E	302
13 - LIC	Licata	66	148	05 15 40		37° 8'20.56"N 14° 1'22.12"E	332
14 - LIC	Licata	66	125	07 79 30		37° 8'24.90"N 14° 0'56.75"E	341
15 - LIC	Licata	56	127	01 41 00		37° 9'9.32"N 13°56'51.38"E	59
16 - LIC	Licata	82	65	01 93 10		37° 8'26.34"N 13°56'31.34"E	42
17 - LIC	Licata	82	30	00 83 60		37° 8'7.46"N 13°56'32.21"E	10
Stazione di Trasformazione	Butera	127	42	05 71 90		37°10'14.02"N 14° 2'51.79"E	294
Stazione di Consegna	Butera	127	19	06 48 70	37°10'17.49"N 14° 2'49.30"E	293	
			238	03 04 20			
			38	02 63 60			
			42	05 71 90			

Tabella - dati catastali e coordinate delle aree interessate

2.2 Tabella 1 - Dati di carattere generale

<i>Pos.</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>
1.1	Committente	VCC ENERGIA LICATA SRL
1.2	Scopo del lavoro	Realizzazione di un impianto eolico collegato alla rete elettrica di distribuzione
1.3	Vincoli da rispettare	vincoli ambientali. Impatto visivo contenuto; Normativa regionale vigente

2.3 Tabella 2 - Dati relativi all'area

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>
2.1	Proprietari	Si veda elenco particellare
2.2	Sito di installazione	Monte Agrabona
2.3	Destinazione d'uso	Terreni agricoli
2.4	Ambienti soggetti a normativa specifica CEI	Nessuna parte dell'impianto è ubicata in zone soggette a normativa specifica CEI

2.4 Tabella 3 - Dati relativi alle influenze esterne

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>note</i>
3.1	Temperatura: - Min/max all'interno degli edifici; - Min/max all'aperto;	- +5°C/+35°C - -20°C/+40°C	Norma UNI 10349
3.2	Formazione di condensa	Possibile	
3.3	Altitudine (s.l.m.)	<500 m	
3.4	Latitudine	37°09'28'' N	
3.5	Longitudine	13°57'04'' E	
3.6	Vento: - Direzione prevalente - Velocità media - Massima velocità di progetto	- Est - 6,20 m/s - 25 m/s	Valori stimati e ricavati dalla letteratura tecnica riferiti ai luoghi di installazione dell'impianto
3.7	Carico di neve	Il carico neve è di 1,60 kPa, calcolato per la zona I.	D.M. 16/1/96
3.8	Effetti sismici	Il parco risulta ubicato in zona sismica 1	
3.9	Presenza di polvere	No	
3.10	Condizioni ambientali speciali	No	

2.5 Tabella 4 - Dati relativi alla rete di collegamento

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>
------------	-------------	-------------------------

4.1	Dati del collegamento elettrico - Descrizione della rete di collegamento - Punto di consegna - Tensione nominale (Un) - Potenza disponibile continua - Stato del neutro	-Rete Terna di alta tensione 220 kV -Comune di Butera -220 kV -93.5MW
4.2	Misura dell'energia	Contatore generale

2.6 Tabella 5 - Dati relativi all'impianto

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
5.1	Tipo di intervento	Nuovo impianto	
5.2	Caratteristiche area di installazione	Terreni agricoli	
5.3	Posizione convertitori statici e cassetta di terra	Montaggio a parete, in interno.	
5.4	Posizione quadro c.a.	In interno, a parete locale quadri.	

3. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

- CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici”;
- CEI 0-3 “Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990”;
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- CEI 11-1 “Impianti elettrici: Norme generali”;
- CEI 11-20 “Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”;
- CEI 17-41 “Contattori elettromeccanici per usi domestici e similari”;
- CEI 17-13 “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”;
- CEI 20-19 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V”;
- CEI 20-20: “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V”;
- CEI 23-3 “Interruttori automatici per sovracorrente per usi domestici e similari”;
- CEI 23-18 “Interruttori differenziali per uso domestico e similare e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari”;
- CEI 81-1 “Protezione delle strutture contro i fulmini”;
- CEI 81-3 “Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato”;
- CEI 81-4 “Valutazione del rischio dovuto al fulmine”;

- CEI EN 61000-3-2 “*Compatibilita' elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase)*”;
- CEI EN 60555-1 “*Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili-Parte 1: Definizioni*”;
- CEI EN 60439-1-2-3 “*Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione*”;
- CEI EN 60445 “*Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico*”;
- CEI EN 60529 “*Gradi di protezione degli involucri (codice IP)*”;
- CEI EN 60099-1-2 “*Scaricatori*”;
- UNI 10349 “*Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.*”;
- IEC 60364-7-712 “*Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems*”;
- DPR 27/04/1955 n.547 “*Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*”;
- Legge 1/3/1968 n.186 “*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici*”;
- Legge 5/3/1990 n.46 “*Norme per la sicurezza degli impianti*”;
- DPR 447/91 “*Regolamento di attuazione della legge n.46 del 5 Marzo 1990 in materia di sicurezza degli impianti*”;
- D.Lgs 19/9/1994 n.626 “*Attivazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro*”.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme piu' recenti. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti a energia rinnovabile collegati alla rete elettrica.

4. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA

Il dimensionamento di tale impianto è stato effettuato sulla base della STMG rilasciata da TERNA cercando di minimizzare il consumo di suolo sulla base dei seguenti criteri

- Valutazione dell'area disponibile;
- Valutazione della risorsa disponibile;
- Determinazione della massima potenza installabile, e quindi dell'energia producibile dall'intero sistema.

4.1 Valutazione dell'area disponibile

A mezzo di un opportuno e dettagliato sopralluogo, si è poi individuata quella che poteva essere l'area più consona per l'installazione dell'impianto valutata in modo da ottenere la massima producibilità dallo stesso. L'area in esame si presenta infatti ben esposta rispetto alle direzioni prevalenti dei venti (vedi relazione specialistica allegata) e nelle vicinanze non vi è alcuna presenza di eventuali ostacoli (alberi o edifici) che potrebbero causare ombreggiamento idrodinamico ovvero una riduzione della producibilità dell'impianto eolico.

4.2 Valutazione della risorsa eolica disponibile

È un dato molto importante, in quanto l'energia prodotta da una turbina eolica è linearmente proporzionale alla risorsa eolica disponibile nell'area. Poiché quest'ultima subisce notevoli variazioni giornaliere, mensili e annuali, è necessario individuarne i picchi, i valori medi e quelli minimi. Generalmente, si ricorre ai dati climatici relativi alla località in cui deve essere installato l'impianto. In particolare utilizzando i dati di radiazione forniti dall'atlante eolico nazionale. Si può stimare una producibilità annuale pari a 2000 ore equivalenti

4.3 Determinazione dell'energia producibile dall'intero sistema

Dal momento che la priorità del progetto è rappresentata dall'ammontare dell'energia elettrica che si vuole produrre tramite l'impianto, si è applicata la seguente relazione:

$$E = \eta_{BOS} * K * P_{Peak} * H$$

Dove:

- E è l'energia elettrica producibile dall'impianto [MWh];
- η_{BOS} è l'efficienza della componentistica non eolica del sistema, dipendente dalle perdite dovute ai cablaggi e all'inverter, il cui valore si aggira mediamente intorno a 0,8 – 0,9;
- K rappresenta un fattore di riduzione che tiene in considerazione fenomeni come il surriscaldamento dei componenti, la dipendenza spettrale dell'efficienza di conversione, si considera convenzionalmente pari a 0,9;
- P esprime la potenza nominale del generatore [MWp],
- H rappresenta il numero di ore equivalente annuale.

Sostituendo allora nella formula sopra esposta i valori dei fattori fissi e si fa variare la potenza nominale del generatore fino ad ottenere il voluto di energia producibile.

Fissata la potenza ad un valore pari a 93.5 MWp, si ottiene:

$$E = 196,3 \text{ [GWh/anno]}$$

Che rappresenta la producibilità attesa dell'impianto in esame.

5. COMPONENTI DELL'IMPIANTO

5.1 Descrizione

Il parco eolico è composto da 17 turbine eoliche organizzati in 4 cluster (3 cluster da 4 turbine e un cluster da 5 turbine – vedi tavole allegate). Ciascuna turbina eolica eroga l'energia prodotta in mt (30 kV) e ciascun cluster è collegato alla stazione di trasformazione mt/AT nel sito indicato nella STMG. I componenti fondamentali dell'impianto in oggetto sono quindi:

- Turbine eoliche e generatori;
- Torri eoliche e piazzole;
- Cabine MT/bt;
- convertitore statico di corrente alternataa/corrente alternata;
- quadro di rete o c.a.
- impianto di terra;
- cavi di cablaggio.
- Stazione di trasformazione di consegna MT/AT

Il parco eolico sarà formato da 17 turbine di potenza massima pari a 5.5 MW suddivise in 4 cluster ciascun cluster sarà collegato alla stazione di trasformazione mt/AT. Con riferimento ai dati tecnici dei componenti utilizzati, le caratteristiche principali dei cluster sono riportate nella tabella seguente.

Cluste	N. turbine	Potenza di picco totale [MW]	Tensione nominale [V]	Corrente nominale [A]	Corrente di cc [A]
1	5	27.5	20000	810	810
2	4	22.0	20000	650	650
3	4	22.0	20000	650	650
4	4	22.0	20000	650	650

5.2 Turbine eoliche

Le turbine eoliche utilizzate avranno le seguenti caratteristiche

- Potenza massima 5.5 MW;
- Tensione massima al generatore 1000V ;
- Tensione alla consegna 30000V;
- Generatore a magneti permanenti;
- Diametro rotore 158 m.

Condizioni limite di esercizio:

- Tensione massima di lavoro 1000 V;
- Temperatura - 40 ÷ + 90 °C.

5.3 Cabine MT/Bt

Le cabine MT/bt scelte saranno conformi alle norme CEI. Conterranno i quadri di manovra e sezionamento, il trasformatore e le unità di controllo e comunicazione

5.4 Convertitore

Il convertitore assolverà alla funzione di conversione dell'energia per la sua consegna alla tensione e frequenza di rete. Il convertitore oltre alla conversione garantirà anche le seguenti funzioni:

- Protezione di turbina;
- Protezione dalle sovratensioni indotte;
- Sezionatore.

Il quadro è marchiato e certificato dal costruttore secondo le Norme CEI.

Le principali caratteristiche del convertitore saranno:

- Conversione AC/AC;
- Filtri in ingresso ed in uscita per la soppressione dei disturbi indotti ed emessi sia condotti che ir-radiati.
- Circuito tester per la verifica della resistenza di isolamento tra l'ingresso e la terra.
- Contenitore metallico particolarmente robusto e adatto per montaggi in esterno grado di protezione IP65.
- Funzionamento in parallelo alla rete a cosfi unitario.
- Controllo della corrente fornita in uscita tramite microprocessore a 32 bit che ne garantisce la forma sinusoidale con distorsione estremamente bassa.
- Predisposizione per Sistema Multi-Inverter: possibilità di inviare il comando di chiusura ad un teleruttore di parallelo esterno e di acquisire un segnale tensione di rete esterno.

5.5 Quadro di rete.

Il sistema in uscita dal convertitore fa capo ad un quadro in corrente alternata marchiato e certificato a norma con le richieste del distributore di MT della zona di installazione del parco eolico

5.6 Impianto di terra.

Ogni cabina a servizio di ciascuna torre eolica, nonché ciascuna torre eolica, sarà dotata di impianto di terra che garantirà il rispetto delle condizioni di sicurezza per i lavoratori.

L'impianto sarà realizzato in corda di rame nudo e sarà dimensionato dopo aver verificato la resistività di terra di ogni sito di installazione.

5.7 Cavi

Il dimensionamento dei cavi viene effettuato in modo da garantire la protezione del conduttore alle correnti di sovraccarico.

Un sovra riscaldamento dovuto alla densità di corrente elevata altera infatti la bontà della trasmissione in quanto aumenta la resistenza e di conseguenza le caratteristiche di isolamento dei cavi non sono più garantite.

In base alle Norme il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 I_Z$$

dove:

I_B è la corrente di impiego;

I_N è la corrente nominale dell'interruttore;

I_Z è la portata del cavo;

I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione.

Pertanto dalla corrente di impiego si determina la corrente nominale del dispositivo di protezione e con questa si procede alla determinazione della sezione del cavo, nel rispetto delle Norme CEI che tengono conto delle diverse condizioni di esercizio e posa.

Per la sezione in corrente alternata, la corrente di impiego è posta pari alla corrente nominale in uscita dall'inverter (potenza nominale/tensione nominale).

I conduttori di neutro devono avere una sezione non inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase per sezioni fino a 16 mm².

Si prevede di usare cavi di sezione massima a 630 mm². Si garantirà una caduta di tensione non superiore al 5% (vedi tavole allegate).

6. VERIFICA TECNICO FUNZIONALE

La verifica consiste in controllo di rispondenza dell'opera realizzata ai dati di progetto ed è costituita da un esame a vista e da prove di accettazione.

6.1 Esame a vista

Con riferimento alla Norma CEI 64-8/6, l'esame a vista ha lo scopo di controllare che i componenti costituenti l'impianto siano conformi alle prescrizioni delle relative Norme, scelti e messi in opera correttamente e non danneggiati visibilmente.

6.2 Prove

Le prove consistono nell'effettuare misure atte ad accertare la rispondenza dell'impianto alle Norme CEI e alla documentazione di progetto. Ulteriori norme saranno determinate in fase di progettazione esecutiva.

In particolare consistono nel controllo di:

- Continuità elettrica dei conduttori;
- Continuità elettrica dell'impianto di terra;
- L'isolamento dei circuiti elettrici delle masse;
- Il corretto funzionamento dell'impianto nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete distributore, ecc.);

