



REGIONE SICILIA
CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI

PROGETTO: Località Impianto
COMUNE DI MONREALE (PA) CONTRADE PARRINO, PITARRE,
MONTAGNOLA, MACELLAROTTO
COMUNE DI CAMPOREALE (PA) CONTRADA BORAGGINE
Località Connessione
COMUNE DI GIBELLINA (TP) CONTRADA CASUZZE
Località stazione di Elevazione
COMUNE DI MONREALE (PA) CONTRADA TORRETTA

Oggetto: **PROGETTO DEFINITIVO**
Realizzazione impianto eolico denominato "S&P 11" con potenza di picco 155.000 kWp e potenza nominale 135.000 kW

CODICE ELABORATO:			
PROPONENTE	TIPOLOGIA DOCUMENTO	PROGRESSIVO	REV
SP11	REL	008	00

EPD = ELABORATO DEL PROGETTO DIGITALE; REL = RELAZIONE;
ADD = ALTRA DOCUMENTAZIONE; IST = ISTANZA

DATA:
05/04/2022

ELABORATO:
SP11REL008_00-S&P_11-
CALCOLI_PRELIMINARI-STRUTTURE

Rev.	Data Rev.	Data Rev.

TAV:
REL008

PAGINE:
23

PROGETTISTI:
Ing. Sapienza Angelo



Ing. Rizzuto Vincenzo



SPAZIO RISERVATO PER LE APPROVAZIONI

SOCIETA':
S&P 11S.R.L.
SICILIA E PROGRESSO
sede legale: Corso dei Mille 312, 90047 Partinico (PA)
C.F.: 06974400829 tel.: 0919865917 - fax: 0918902855
email: svilupposep11@gmail.com pec:
svilupposep11@pec.it

SP11
SICILIA E PROGRESSO

INDICE

1	PREMESSA	4
2	PRESENTAZIONE DEL PROGETTO	5
2.1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
3	STRUTTURE.....	15
3.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	16
3.2	MATERIALI.....	18
3.3.1	PESI PROPRI STRUTTURALI E CARICHI PERMANENTI.....	19
3.3.2	AZIONI DEL VENTO.....	19
4	ANALISI STRUTTURALE	22
4.1	MODELLO STRUTTURALE UTILIZZATO	22
4.1.1	APPROCCIO DI VERIFICA E COMBINAZIONI DI CARICO	22
4.2	VERIFICHE STRUTTURALI PRELIMINARI	22
4.2.1	VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITÀ DELLE STRUTTURE FUORI TERRA.....	22
4.2.2	VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ DELLE STRUTTURE FUORI TERRA.....	23
5	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	24

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica specialistica è riferita al progetto di realizzazione di un "Parco Eolico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo eolica, e la conseguente immissione dell'energia elettrica prodotta, attraverso la dedicata rete di connessione, sino alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 31 aerogeneratori, ognuno da 5 MW, da installare in contrada Parrino, Montagnola, Macellarotto e Pitarre nel Comune di Monreale (PA), in contrada Borragine nel Comune di Camporeale (PA), con opere di connessione ricadenti anche nel comune di Gibellina (TP), commissionato dalla società S&P 11 s.r.l..

Nella presente relazione si riportano i calcoli preliminari della struttura portante (torre di sostegno) dell'aerogeneratore e della sua fondazione; l'aerogeneratore nel suo complesso sarà costituito da: torre (elemento strutturale portante), navicella e pale (blades) che insieme costituiranno la "sovrastuttura".

2 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

2.1 Descrizione del progetto

S&P 11 s.r.l. intende realizzare in contrada Parrino, Montagnola, Macellarotto, Pitarre nel Comune di Monreale (PA), in contrada Borrachine nel Comune di Camporeale (PA), un impianto eolico con 31 nuovi aerogeneratori di ultima generazione, con potenza unitaria di 5 MW, per la produzione di energia elettrica.

L'impianto che la S&P 11 s.r.l. presenta in autorizzazione è composto da:

- n. 31 Turbine eoliche, di cui:
 - n. 4 in contrada Macellarotto nel Comune di Monreale (PA);
 - n. 8 in contrada Montagnola nel Comune di Monreale (PA);
 - n. 5 in contrada Parrino nel Comune di Monreale (PA);
 - n. 10 in contrada Pitarre nel Comune di Monreale (PA);
 - n. 4 in contrada Boraggine nel Comune di Camporeale (PA);
- Stazione di elevazione sita in contrada Torretta nel Comune di Monreale (PA);
- Stazione di trasformazione e consegna Rete-Utente, nel Comune di Gibellina (TP) in Contrada Casuzze;
- Cavidotti di collegamento MT (30/150kV), nei Comuni di Monreale e Camporeale (PA);
- Cavidotti di collegamento AT (150/220kV), nei Comune di Monreale (PA) e nel Comune di Gibellina (TP).

L'impianto si sviluppa su una superficie lorda complessiva di circa 25.5 ha di cui:

- Circa 5 ha appartenenti agli aerogeneratori e alle relative piazzole;
- Circa 0.5 ha appartenenti alla stazione di elevazione;
- Circa 20 ha appartenenti alla stazione utente-rete.

Gli impianti avranno una potenza di 155.000,00 kWp (135.000,00 kW) e l'energia prodotta sarà ceduta alla rete elettrica di alta tensione, tramite la costruenda stazione di trasformazione a 220kV, idonea ad accettare la potenza.

L'area di interesse ricade nella Zona Territoriale Omogenea "ZONA E", ossia Zona Agricola e non vi è alcun tipo di vincolo in corrispondenza delle strutture, locali e attrezzature che compongono l'impianto. L'area ricade all'interno del bacino idrografico BAC-057 Fiume del Belice, secondo il piano del bacino dell'assetto idrogeologico (PAI).

Le coordinate geografiche dei siti di impianto, della stazione di elevazione e della stazione di trasformazione e consegna sono:

	Contrada	Comune	WGS-84	
			LAT.	LONG.
WTG-01	Parrino	Monreale	37,845475	13,073021
WTG-02	Parrino	Monreale	37,84568	13,077857
WTG-03	Parrino	Monreale	37,845266	13,081731
WTG-04	Pitarre	Monreale	37,86255	13,082784
WTG-05	Pitarre	Monreale	37,863383	13,086934
WTG-06	Pitarre	Monreale	37,856039	13,08255
WTG-07	Pitarre	Monreale	37,85944	13,084978
WTG-08	Pitarre	Monreale	37,859027	13,088933
WTG-09	Pitarre	Monreale	37,847858	13,097086
WTG-10	Pitarre	Monreale	37,850758	13,095284
WTG-11	Parrino	Monreale	37,841595	13,089861
WTG-12	Macellarotto	Monreale	37,880792	13,139047
WTG-13	Boraggine	Camporeale	37,875913	13,130904
WTG-14	Macellarotto	Monreale	37,883724	13,134686
WTG-15	Boraggine	Camporeale	37,875452	13,121764
WTG-16	Montagnola	Monreale	37,860824	13,109256
WTG-17	Montagnola	Monreale	37,859072	13,113484
WTG-18	Montagnola	Monreale	37,854372	13,113752
WTG-19	Montagnola	Monreale	37,856973	13,111844
WTG-20	Boraggine	Camporeale	37,875765	13,126121
WTG-21	Montagnola	Monreale	37,857571	13,107566
WTG-22	Montagnola	Camporeale	37,865588	13,120309
WTG-23	Montagnola	Camporeale	37,865235	13,115691
WTG-24	Montagnola	Monreale	37,869594	13,116615
WTG-25	Boraggine	Camporeale	37,874664	13,117554
WTG-26	Parrino	Monreale	37,84191	13,085966
WTG-27	Macellarotto	Monreale	37,885774	13,131599
WTG-28	Pitarre	Monreale	37,85193	13,088673
WTG-29	Pitarre	Monreale	37,854716	13,092648
WTG-30	Pitarre	Monreale	37,854099	13,085117
WTG-31	Macellarotto	Camporeale	37,880751	13,129645
STAZIONE DI ELEVAZIONE	Torretta	Monreale	37,829369	13,036591
STAZIONE RETE-UTENTE	Casuzze	Gibellina	37,82604	12,941852



Figura 1 - Ortofoto dell'area della stazione ricadente sul territorio di Gibellina (TP) Contrada Casuzze e cavidotto di connessione



Figura 2 - Ortofoto dell'area stazione i elevazione ricadente in Contrada Torretta (Morneale-PA) cavidotto di connessione

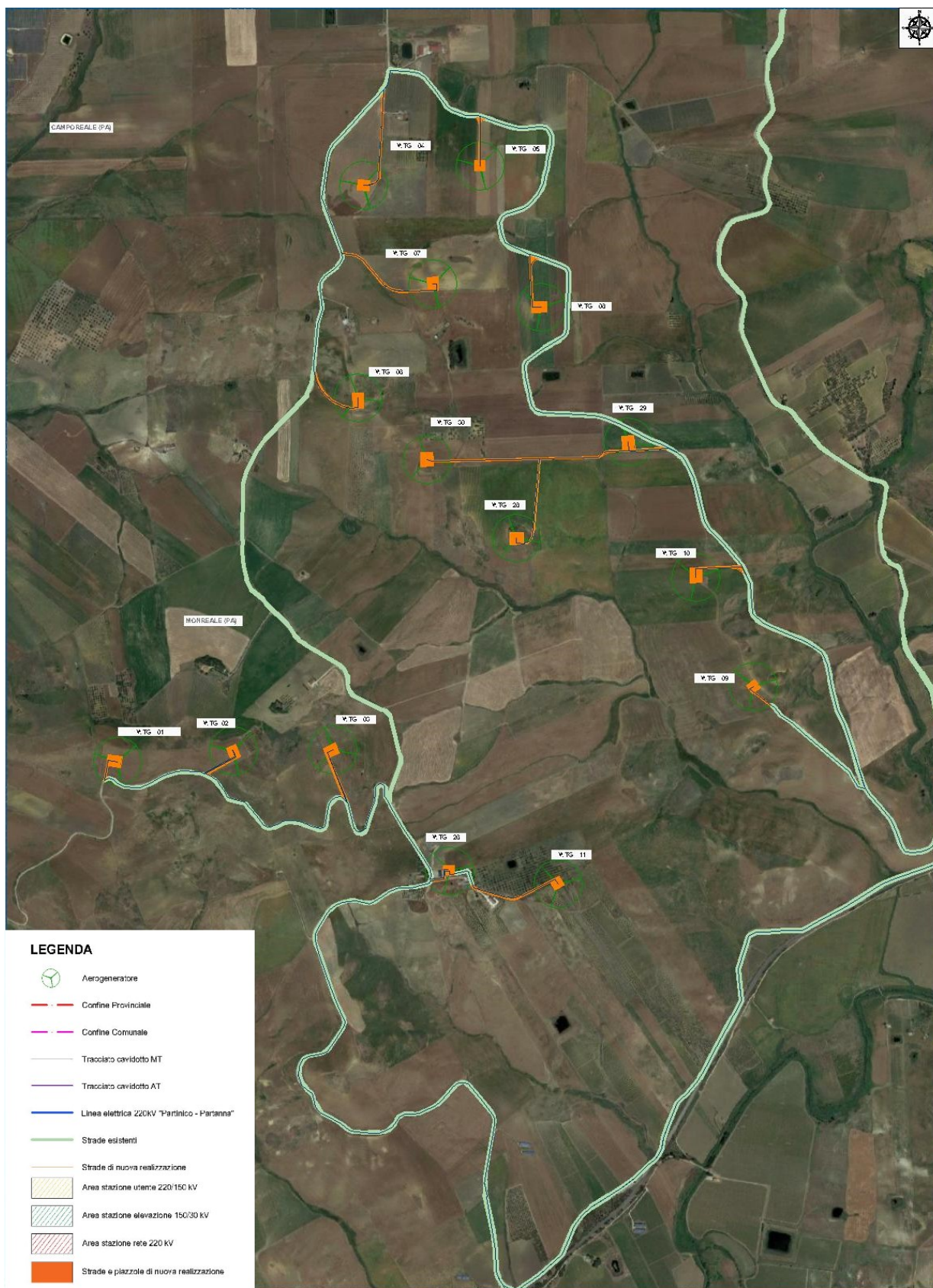


Figura 3- Ortofoto dell'area di impianto ricadente in Contrada Parrino e Pitarre

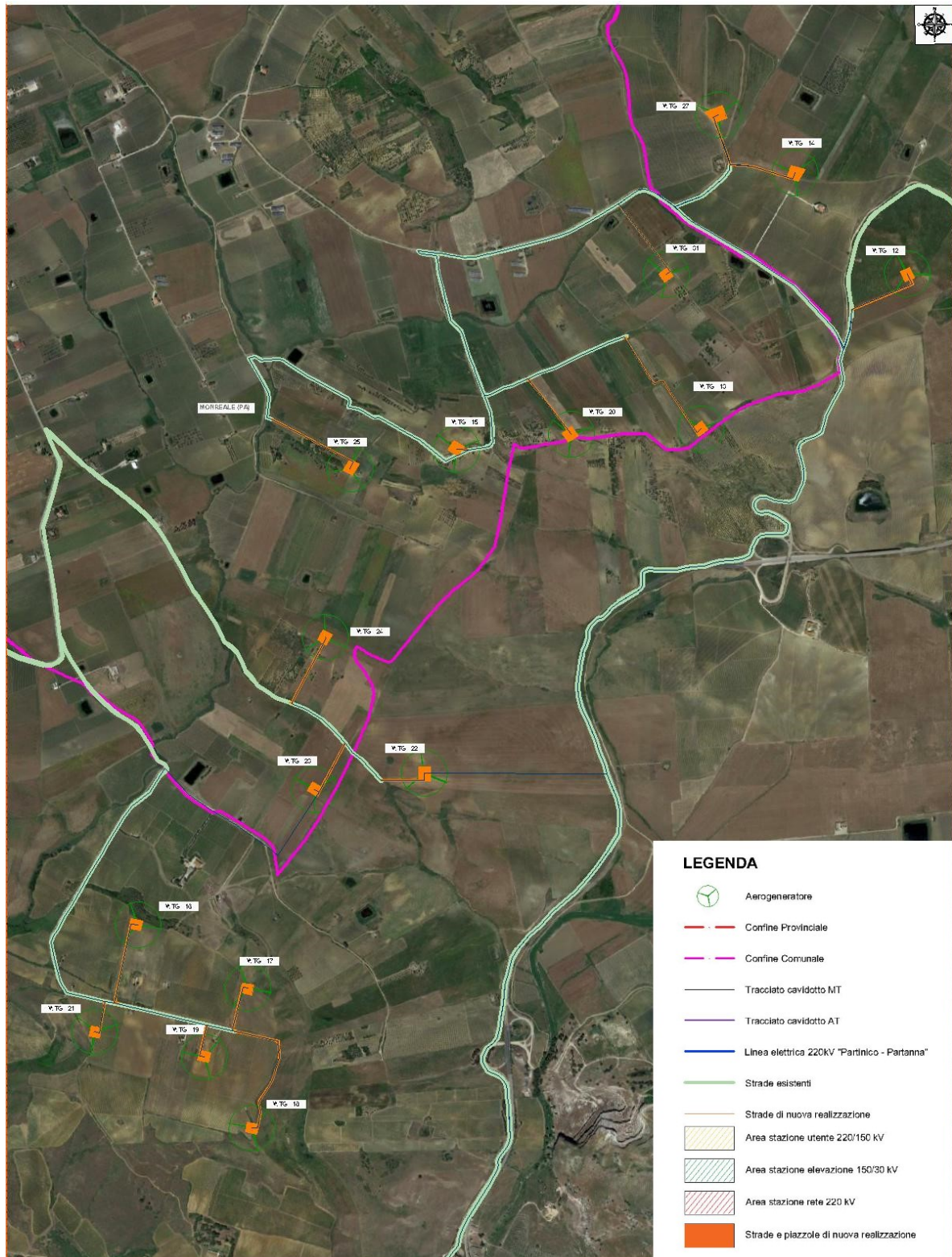


Figura 4 - Ortofoto dell'area di impianto ricadente in C. da Macellarotto, Montagnola, Borrachine

Il sito dell'impianto eolico è individuato nella porzione centroccidentale della Tavoletta "Montepietroso", Foglio N°258, Quadrante IV, Orientamento S.O. e nella Tavoletta "Camporeale", Foglio N° 258, Quadrante IV, Orientamento S.E. della Carta d'Italia scala 1:

25.000 edita dall'I.G.M. (Figura 5) e nelle sezioni 606160 (stazione rete-utente), 607130 (sito Parrino e stazione di elevazione), 607090 (sito Pitarre) e 607100 (siti Montagola, Borrachine, Macellarotto) della Carta Tecnica Regionale in scala 1: 10.000 (Figure da 6 a 9).

La S&P 11 s.r.l. ha ottenuto dal gestore di rete Terna la soluzione tecnica minima generale (STMG) per connettere 135 MWn sul territorio di Gibellina, Monreale e Camporeale in data 07/07/2021 (cod. pratica 202100470), la quale prevede che il parco eolico venga collegato alla Linea AT del distributore tramite la costruenda stazione MT da 220 kV.

L'impianto S&P 11 si allaccerà alla suddetta stazione di Rete, sita nel Comune di Gibellina (TP) in Contrada Casuzze, insieme a tutti gli altri impianti in fase di sviluppo/autorizzazione, dello stesso proponente: S&P, S&P 2, S&P 3, S&P 4, S&P 5, S&P 8, S&P 9.

Con D.A. n. 33/GAB del 04 febbraio 2022, la Regione Siciliana - Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente - Dipartimento Regionale dell'Ambiente - ha rilasciato alla Società S&P s.r.l., ai sensi dell'art.27-bis del D.Lgs n. 152/2006 e smi, Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (P.A.U.R.), dando così autorizzazione alla costruzione dell'impianto S&P e della Stazione di Rete a servizio anche dell'impianto S&P 11 in progetto.

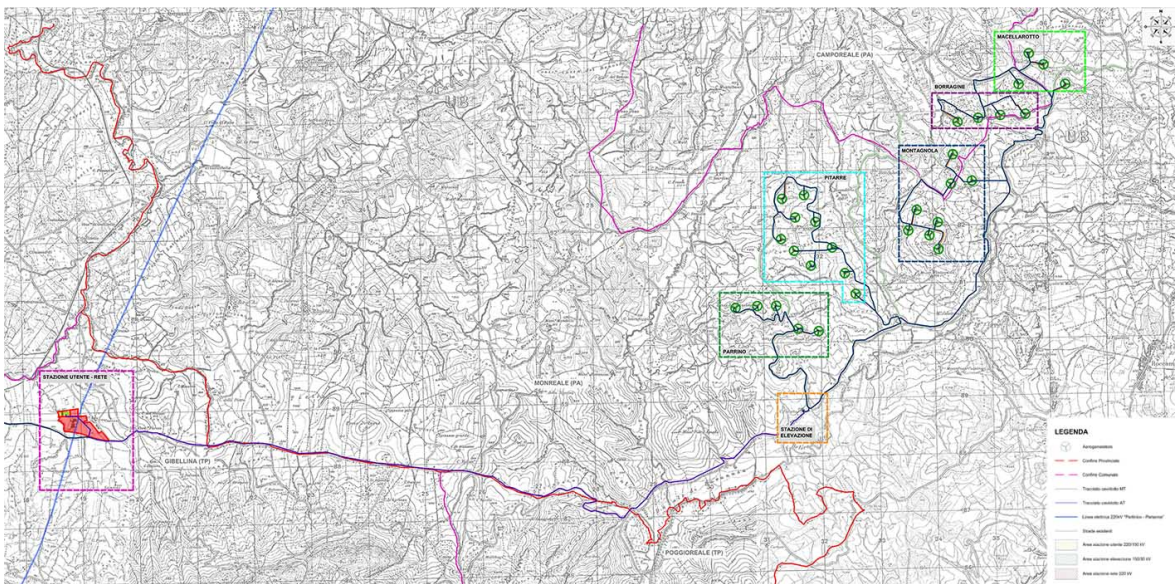
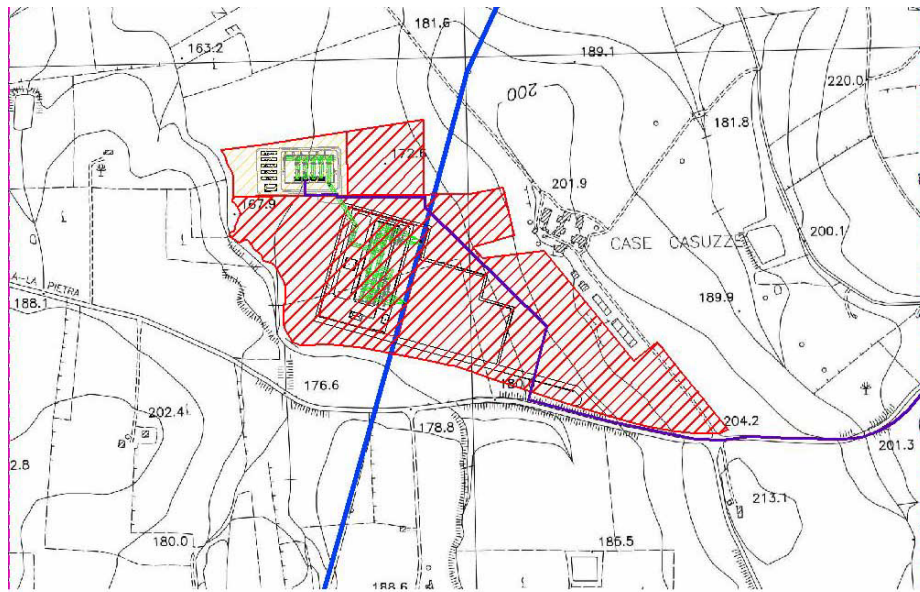


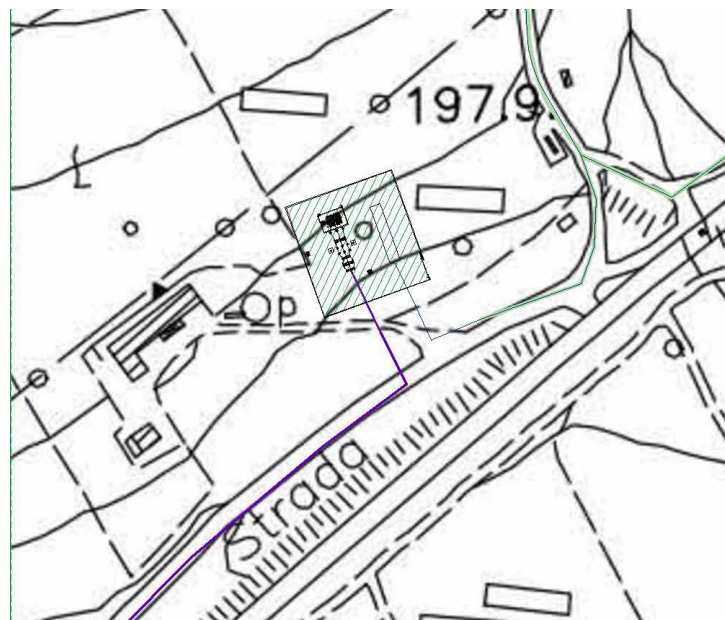
Figura 5 – Inquadramento territoriale di S&P 11 I.G.M. scala 1:25.000 (TAV. IT-COG)



LEGENDA

- · — · — · Confine Provinciale
- · — · — · Confine Comunale
- Linea elettrica 220kV "Partinico - Partanna"
- Area stazione utente 220/150 kV
- Area stazione rete 220 kV
- Tracciato cavidotto AT

Figura 6 – Layout della stazione di connessione su CTR



LEGENDA

- · — · — · Confine Provinciale
- · — · — · Confine Comunale
- Tracciato cavidotto AT
- Tracciato cavidotto MT
- Area stazione elevazione 150/30 kV

Figura 7 – Layout della stazione di elevazione su CTR

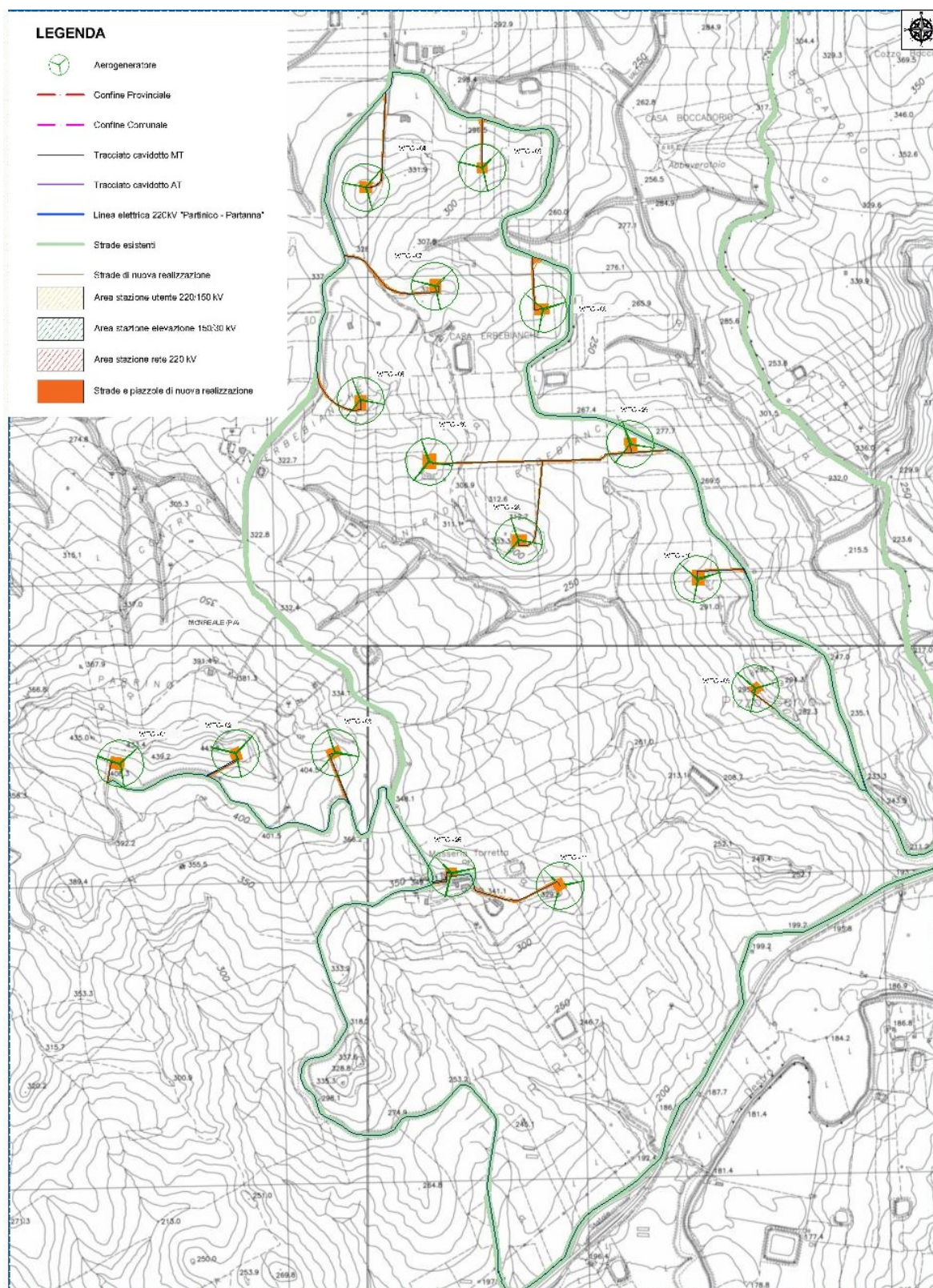


Figura 8 – Inquadramento territoriale dell'area del parco eolico nelle Contrade Parrino e Pitarre

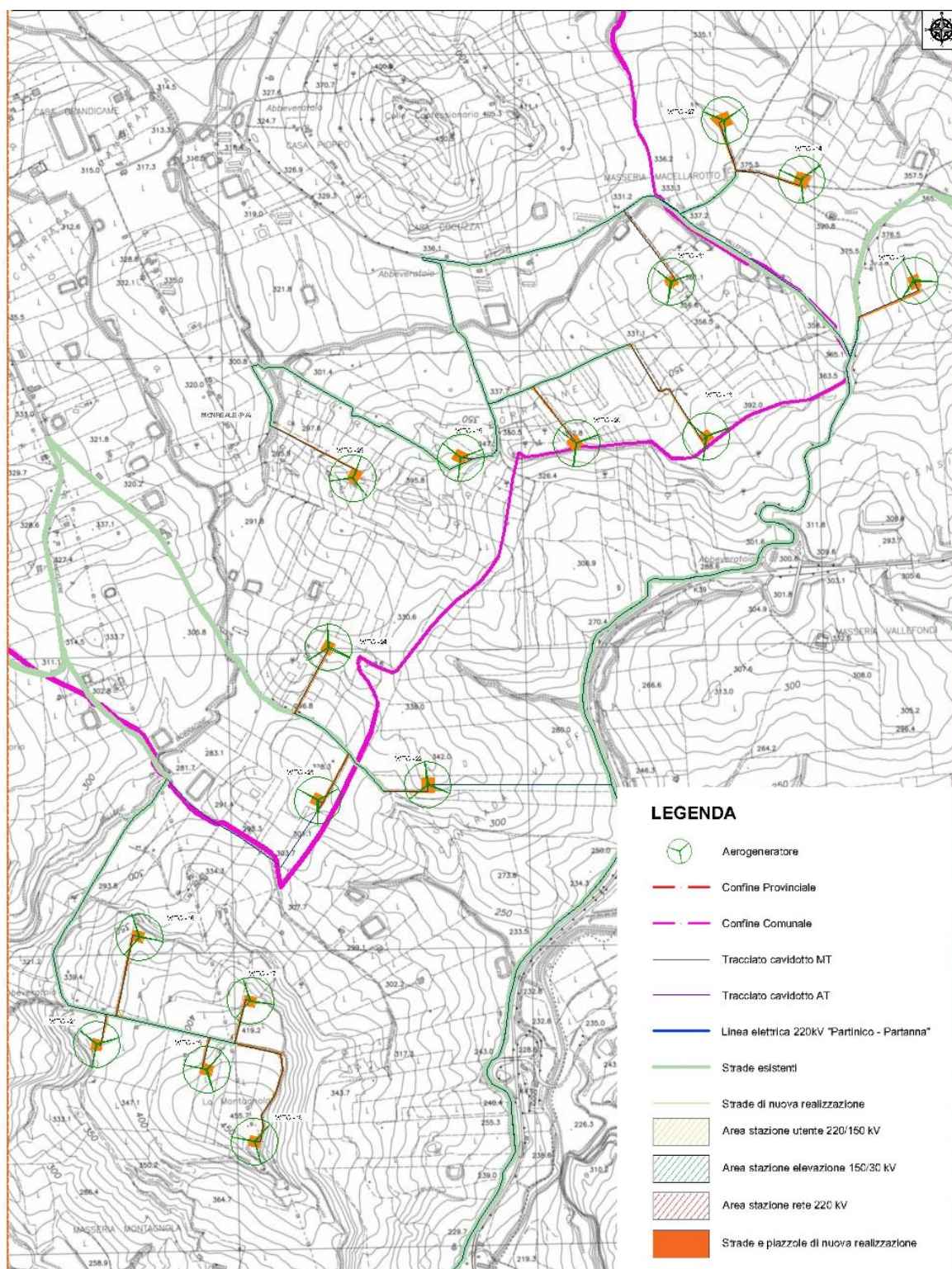


Figura 9 – Inquadramento territoriale dell'area del parco eolico nelle Contrade Macellarotto, Montagnola, Borruggine

L'accesso all'area in cui sarà realizzato l'impianto S&P 11 è raggiungibile attraverso due bretelle principali: l'autostrada A29 Palermo – Mazara del Vallo con uscita Gallitello e la SS

624 Palermo-Sciacca; i siti dell'impianto e della relativa stazione di trasformazione è raggiungibile attraverso una serie di strade statali (SS 119 Gibellina) e provinciali (tra cui la SP 9, SP 12, SP 20, SP 37, SP 106 e SP 107) che garantiscono il collegamento oltre che con l'impianto anche con i Comuni limitrofi.

3 STRUTTURE

Gli aerogeneratori si compongono dei seguenti elementi: struttura di fondazione, torre di sostegno, mozzo, lame (pale), rotore, moltiplicatore di giri, generatore, sistemi di controllo, navicella, trasformatore e componentistica elettrica.

- FONDAZIONI: le fondazioni degli aerogeneratori sono delle strutture realizzate per il trasferimento al terreno di fondazione delle sollecitazioni derivanti dalle strutture in elevazione. Sono realizzate in calcestruzzo armato, con pianta di forma circolare, spessore variabile da un minimo (sul bordo esterno) ad un massimo in corrispondenza della zona centrale di attacco della torre;
- TORRE: la torre di sostegno è costituita da un tubo cilindrico con alle estremità saldate delle flange circolari per il fissaggio alla struttura di fondazione, all'estremità inferiore, agli altri tronchi e alla navicella, all'estremità superiore, per mezzo di bulloni e dadi;
- MOZZO: Dimensioni 3.600 mm x 4.000 mm;
- NAVICELLA: Dimensioni 9.600 mm x 4.200 mm x 3.800 mm;
- PALE: n° 3 pale con dimensioni 81.000 mm x 2.700 mm;

Completano le strutture:

- Una scala interna per permettere il raggiungimento della navicella;
- Un ballatoio che consente la manutenzione dell'impianto.

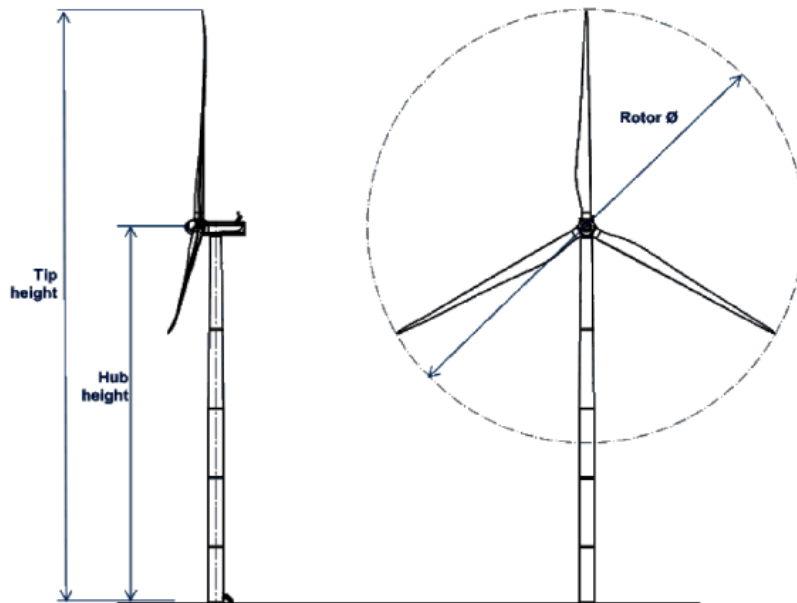


Figura 10 - Profilo longitudinale struttura

3.1 Normative di riferimento

Le verifiche strutturali preliminari sono state eseguite in accordo alle seguenti normative nazionali:

- D.M. 14 Gennaio 2008: "Norme tecniche per le Costruzioni" (NTC);
- Circolare 2 Febbraio 2009 n.617: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M.14.1.2008".

A titolo di supporto, si richiamano di seguito i testi normativi pregressi di riferimento:

- Legge n. 1086 05.11.1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 02/02/1974 n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- Circolare Min. LL. PP. Del 14/02/1974 n. 11951;
- D.M. LL.PP. 14.02.1992 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e relativa Circ. Min. LL.PP n° 37406/STC del 24.06.1993;
- D.M. LL.PP. 09.01.1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" e relativa Circ. Min. LL.PP n° 252 AA.GG./S.T.C. del 15.10.1996;

- D.M. LL.PP. 16.01.1996 "Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" e relativa Circ. Min. LL.PP. n° 156AA.GG./STC del 04.07.1996;
- Circolare Min. LL.PP. 04/07/1996, n. 156 AA.GG./STC. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" di cui al D.M. 16/01/1996;
- Circolare del 10/04/1997 n. 65 del Ministero dei LL.PP., Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/01/1996.
- ORDINANZA P.C.M. N:3274 del 02/05/2003 (G.U. 08/05/2003, n. 105 suppl.) modificata ed integrata ai sensi della ORDINANZA P.C.M. N. 3316 del 02/10/2003 (G.U. 10/10//2003, n. 236) e della ORDINANZA P.C.M. N. 3431 del 03/05/2005 (G.U. 10-5-2005, n. 107 -suppl.): Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.P.C.M. n° 3685 del 21/10/03, G.U. n° 252, del 29/10/03;
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Ufficio Servizio Sismico Nazionale, 29/03/04: Elementi informativi sull'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n. 105 del 8.5.2003);
- D.M. Infrastrutture e Trasporti del 14-09-2005 "Norme tecniche per le costruzioni." (G.U. n. 222 del 23/9/2005 - Suppl. Ordinario n.159);
- O.P.C.M. n° 3519 del 28/04/06, G.U. n° 108, del 11/05/06.

Coerentemente con quanto riportato nelle norme attualmente in vigore (NTC del 14/01/2008) e solo se non in contrasto con le stesse, possono essere presi a riferimento i seguenti codici internazionali:

- UNI EN 1991-1-3: 2004 "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da Neve";
- UNI EN 1991-1-4: 2005. Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;

- UNI EN 1993-1-3:2007 "Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo".

3.2 Materiali

Ai fini delle verifiche e dei calcoli preliminari i materiali adottati sono:

- Calcestruzzo per le fondazioni:

Classe di resistenza C35/45.....	Rck=45 N/mm ²
Classe di esposizione, prospetto 4 UNI 11104.....	XC2
Classe di consistenza.....	S4
Dosaggio minimo di cemento.....	360 kg/mc d'impasto
Rapporto A/C.....	<=0,55
Acqua.....	Conforme a UNI EN 1008
Dimensione max aggregato.....	25 mm
Modulo elastico.....	34625,5 N/mm ²
fcd.....	21,17 N/mm ²

- Acciaio per le armature:

Tipo.....	B 450 C
f _y	450,00 N/mm ²
f _t	540,00 N/mm ²
γ _s	1,15
f _{yd}	391,30 N/mm ²
E _s	210'000,00 N/mm ²
ε _{yd}	1,86 ‰

3.3 Azioni sulle costruzioni

Per le verifiche statiche del sistema proposto, da effettuarsi in sede di progettazione esecutiva, si utilizzeranno i seguenti dati:

- pesi propri strutturali e carichi permanenti;
- spinta del vento;
- variazioni termiche.

In prima approssimazione è possibile trascurare gli effetti derivanti dalle variazioni termiche.

Per ciascuna di queste azioni e laddove applicabile, per questo tipo di struttura si prevede una vita nominale di 25 anni. Rispetto a tale periodo di riferimento vengono calcolate le azioni così come a seguito indicato.

3.3.1 Pesì propri strutturali e carichi permanenti

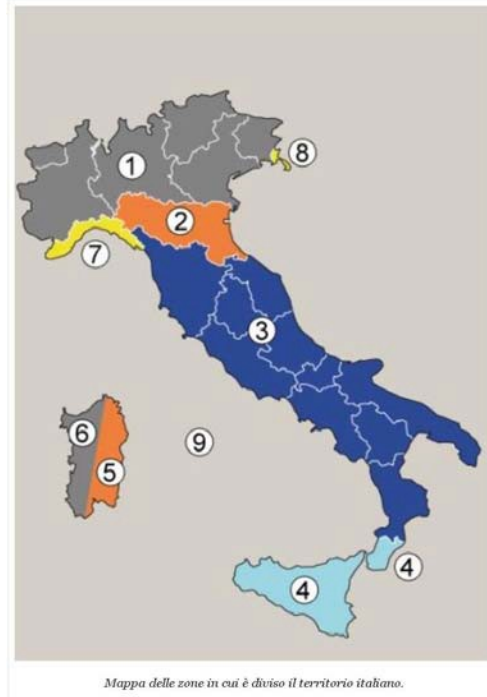
La struttura è progettata per il sostegno degli aerogeneratori e per resistere alle azioni ambientali.

3.3.2 Azioni del vento

Le azioni del vento sono state calcolate con riferimento alle NTC e relativamente alle seguenti caratteristiche del sito:

H_{slm} (m)	224
Zona	4
Rugosità	D
Esposizione	II
Tilt (°)	28
TR (anni)	30
H_{max} (m)	200.0

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa					
	mare			500m	750m	
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						



La velocità di riferimento per il calcolo della pressione cinetica, è stata calcolata per un periodo di riferimento TR pari a 30 anni (si veda la circolare 2 Febbraio 2009, n.617).

Di seguito sono riportate le grandezze coinvolte nel calcolo dell'azione dovuta al vento:

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
4	28	500	0,02
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			22
T_R (Tempo di ritorno)			30

la pressione cinetica di riferimento, risulta:

$v_b = v_{b,0}$	per $a_s \geq a_0$
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$	per $a_0 < a_s \leq 1500$ m
$v_b (T_R = 50)$ [m/s]	28,000
$\alpha_R (T_R)$	1,00000
$v_b (T_R) = v_b \times \alpha_R$ [m/s]	28,000

Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	490 420,24
--------------	---------------

i coefficienti di esposizione sono:

k_r	z_0	z_{min}	C_e	C_p	$C_{p,local}$
0,22	0,30	8	1,801	1,00	0,882

Tutti i valori sono in accordo alle specifiche delle NTC riportate nel seguito:

Tabella 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_a

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Per quanto riguarda il coefficiente di forma c_p , viene assunta la formulazione riportata nella circolare 2 febbraio 2009 - n. 617, relativa alle tettoie ad un solo spiovente, per le quali viene definito:

$$C_p = \pm 1.2(1 + \sin \alpha) = 1.65$$

Per quanto riguarda le massime pressioni locali (effetti di bordo) si assume un valore pari a:

$$C_{p,local} = \pm 0,882$$

Tutto questo considerato risulta (si assume $C_d = 1$):

$$p = q_b C_p C_e C_d = 1248 \text{ N/m}^2 = \mathbf{1.456 \text{ kN/m}^2}$$

4 ANALISI STRUTTURALE

4.1 Modello strutturale utilizzato

Le verifiche strutturali preliminari sono state condotte utilizzando un modello di calcolo composto da elementi beam, simulanti il comportamento delle membrature componenti.

Nel dettaglio, per i pali di supporto si è considerato un incastro.

Ai fini delle verifiche si sono considerati i profili indicati negli elaborati grafici allegati al progetto.

4.1.1 Approccio di verifica e combinazioni di carico

Sono state condotte verifiche agli stati limite secondo quanto imposto dalle NTC del 14/01/2008. La sovrapposizione degli effetti dei vari carichi è stata ottenuta per semplice combinazione lineare.

Di seguito vengono riportate le combinazioni di carico utilizzate ai fini delle verifiche:

STATI LIMITE ULTIMI

- combinazione CSLU1: $E_d=1,3 \times G - 1,5 \times W + 0,5 \times 1,5 \times S$
- combinazione CSLU2: $E_d=1,0 \times G + 1,5 \times W + 0,5 \times 1,5 \times S$
- combinazione CSLU3: $E_d=1,3 \times G - 0,6 \times 1,5 \times W + 1,5 \times S$
- combinazione CSLU4: $E_d=1,3 \times G + 0,6 \times 1,5 \times W + 1,5 \times S$
- combinazione CSLU5: $E_d=1,3 \times G - 1,5 \times W$
- combinazione CSLU6: $E_d=1,3 \times G + 1,5 \times S$
- combinazione CSLU7: $E_d=1,0 \times G + 1,5 \times W$

STATI LIMITE ESERCIZIO

- combinazione CSLS1: $E_d=1,0 \times G - 1,0 \times W + 0,5 \times S$
- combinazione CSLS2: $E_d=1,0 \times G + 1,0 \times W + 0,5 \times S$
- combinazione CSLS3: $E_d=1,0 \times G - 0,6 \times W + 1,0 \times S$
- combinazione CSLS4: $E_d=1,0 \times G + 0,6 \times W + 1,0 \times S$
- combinazione CSLS5: $E_d=1,0 \times G - 1,0 \times W$
- combinazione CSLS6: $E_d=1,0 \times G + 1,0 \times S$
- combinazione CSLS7: $E_d=1,0 \times G + 1,0 \times W$

4.2 Verifiche strutturali preliminari

4.2.1 Verifiche di resistenza e stabilità delle strutture fuori terra

Nelle figure seguenti si riporta la mappatura delle tensioni massime agenti sulle varie parti principali delle strutture per l'involuppo delle combinazioni di carico agli SLU.

La tensione di riferimento per la verifica delle strutture in oggetto è di seguito riportata:

$$f_d = f_y / \gamma_{m0} = 262 \text{ MPa}$$

Il valore massimo delle tensioni agenti sulle varie membrature rimane sempre la di sotto della tensione di riferimento. La verifica di resistenza delle strutture si ritiene quindi soddisfatta.

Ai fini delle verifiche di stabilità, significative per gli elementi, si riporta di seguito la mappatura degli stress assiali per l'involuppo delle combinazioni di carico agli SLU.

Considerando gli esigui valori di stress assiale presenti su tali elementi, i valori di snellezza effettivi delle membrature in esame (inferiori ai valori massimi di normativa), e la sollecitazione flessionale agente sugli stessi, le verifiche di stabilità dei ritti e dei traversi possono ritenersi soddisfatte.

4.2.2 Verifiche di deformabilità delle strutture fuori terra

Ai fini delle verifiche di deformabilità, si riporta di seguito la mappatura degli spostamenti massimi delle varie membrature per l'involuppo delle combinazioni agli SLE.

Lo spostamento massimo delle strutture verticali è pari a:

$$\delta = 4.3 \text{ mm} = H_m / 200 < H_m / 150$$

(valore di riferimento conservativo) verifica soddisfatta

5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le verifiche preliminari riportate nei paragrafi precedenti sono state eseguite considerando le specifiche delle norme tecniche per le costruzioni (NTC) del 14/01/2008 e della relativa circolare esplicativa; le verifiche, integralmente soddisfatte, sono focalizzate agli elementi principali delle strutture di supporto degli aerogeneratori.

In fase esecutiva si procederà all'esecuzione di tutte le verifiche di dettaglio necessarie per gli elementi di collegamento e per ogni altra parte significativa degli aerogeneratori.