
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL TERRITORIO COMUNALE DI FIRENZUOLA (FI) LOC. LA BADIA - RAZZOPIANO
POTENZA NOMINALE 54 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

ing. Michea NAPOLI

geom. Rosa CONTINI

dr. Pietro Paolo LOPETUSO

STUDI SPECIALISTICI

GEOLOGIA

geol. Matteo DI CARLO

VINCA E STUDIO FAUNISTICO

dr. Luigi Raffaele LUPO

STUDIO BOTANICO VEGETAZIONALE E

PEDO-AGRONOMICO

dr. Gianfranco GIUFFRIDA

ARCHEOLOGIA

NÒSTOI S.R.L.

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

PD.R. ELABORATI DESCRITTIVI

R.1 Relazione descrittiva

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	04/24	1ª emissione



INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	1
1.1	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	1
1.2	DESCRIZIONE E LIVELLO QUALITATIVO DELL'OPERA	1
2	CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	2
2.1	PRINCIPALI NORME COMUNITARIE	2
2.2	PRINCIPALI NORME NAZIONALI	2
2.3	LEGISLAZIONE REGIONALE E NORMATIVA TECNICA, PRINCIPALI RIFERIMENTI	3
3	PROFILO LOCALIZZATIVO DEL PROGETTO	4
3.1	PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'AREA DI PROGETTO	4
3.2	PROGETTI DI IMPIANTI DA FONTI RINNOVABILI NELL'AREA DI RIFERIMENTO	14
3.3	ASPETTI GEOLOGICI DELL'AREA	15
3.4	CAVIDOTTO: INTERFERENZE ED INTERAZIONI	26
4	PROFILO PRESTAZIONALE DEL PROGETTO	28
4.1	PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL PROGETTO	28
4.1.1	<i>Aerogeneratori</i>	28
4.1.2	<i>Coordinate Aerogeneratori</i>	29
4.1.3	<i>Fondazioni</i>	29
4.1.4	<i>Piazzole di montaggio</i>	32
4.1.5	<i>Trincee e cavidotti</i>	33
4.1.6	<i>Sistema di Accumulo Elettrochimico di Energia</i>	33
4.1.7	<i>Cabina di Raccolta</i>	34
4.1.8	<i>Cabina di vettoriamento</i>	35
4.1.9	<i>Stazione elettrica a 380/36 kV</i>	35
4.1.10	<i>Trasporti eccezionali</i>	36
4.1.11	<i>Strade e piste di cantiere</i>	36
4.1.12	<i>Regimazione idraulica</i>	37
4.1.13	<i>Ripristini</i>	37
4.1.14	<i>Sintesi dei principali dati di progetto</i>	37
4.2	PROGETTAZIONE ESECUTIVA	38
4.2.1	<i>Scelta aerogeneratori</i>	38
4.2.2	<i>Calcoli strutture</i>	38
4.2.3	<i>Dimensionamento elettrico</i>	38
4.2.4	<i>Cronoprogramma esecutivo</i>	39
5	COSTI E BENEFICI	40
5.1	BENEFICI LOCALI E GLOBALI	40
5.1.1	<i>Benefici locali – in fase di costruzione</i>	40
5.1.2	<i>Benefici locali – nel tempo e periodici</i>	40
5.1.3	<i>Mancate emissioni (benefici globali)</i>	41
5.1.4	<i>Strategia Energetica Nazionale</i>	41



5.1.5	<i>Piano di Energia e Clima 2030 (PNIEC)</i>	42
5.2	COSTI/EMISSIONI	44
5.2.1	<i>Residui ed emissioni per la costruzione dei componenti di impianto</i>	44
5.2.2	<i>Residui ed emissioni nella fase di realizzazione dell'impianto</i>	44
5.2.3	<i>Residui ed emissioni nella fase di esercizio dell'impianto</i>	45
5.3	INQUINAMENTO E DISTURBI AMBIENTALI	45



1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

1.1 FINALITÀ DELL'INTERVENTO

Scopo del progetto è la realizzazione di un "Parco Eolico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (vento) e l'immissione dell'energia prodotta, attraverso un'opportuna connessione, nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

La presente relazione è, quindi, relativa all'iniziativa di installazione ed esercizio di un impianto eolico e relative opere accessorie di connessione alla RTN nel comune di Firenzuola (FI) in loc. La Badia - Razzopiano, della potenza complessiva di 54,0 MW. Il parco eolico consta di n. 12 aerogeneratori, di potenza unitaria di 4,5 MW, con altezza al tip della pala pari a 150 m.

Stante quanto sopra, negli elaborati e nelle specifiche tecniche recate dal presente progetto si fa riferimento, a titolo esemplificativo e per esigenze di valutazione e progettazione, ad un layout costituito da 12 WTG tipo Vestas 163-4.5 MW, con potenza unitaria pari a 4,5 MW, altezza al mozzo pari a 150 m, e diametro rotorico pari a 163 m; per una potenza complessiva di 54,0 MW.

1.2 DESCRIZIONE E LIVELLO QUALITATIVO DELL'OPERA

I principali componenti dell'impianto sono:

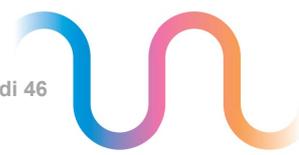
- i generatori eolici installati su torri tubolari in acciaio, con fondazioni in c.a.;
- Opere di fondazione degli aerogeneratori costituite da strutture in calcestruzzo armato e da pali di fondazione trivellati;
- Viabilità di servizio al parco eolico;
- Elettrodotti per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dal parco alla sottostazione utente (SSE);
- Sistema di accumulo elettrochimico di energia di potenza pari a 18 MW e 72 MWh di accumulo;
- Nuova Stazione Elettrica (SE) 380/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla direttrice "Calenzano - S. Benedetto del Querceto - Colunga";
- Opere di rete in antenna a 36 kV su nuova Stazione Elettrica (SE) 380/36 kV della RTN.

Opere accessorie, e comunque necessarie per la realizzazione del parco eolico, sono le strade di collegamento e accesso (piste), nonché le aree realizzate per la costruzione delle torri (aree lavoro gru o semplicemente piazzole). Terminati i lavori di costruzione, strade e piazzole sono ridotte nelle dimensioni (con ripristino dello stato dei luoghi) ed utilizzate in fase di manutenzione dell'impianto.

In relazione alle caratteristiche plano-altimetriche, al numero ed alla tipologia di torri e generatori eolici da installare, **n. 12 aerogeneratori** della potenza unitaria di 4,5 MW, per una potenza complessiva di **54,0 MW**, si stima una produzione totale lorda pari a circa 168.000 MWh, con un valore netto pari a circa 152.000 MWh/anno.

Tutte le componenti dell'impianto sono progettate per un periodo di vita utile di 30 anni, senza la necessità di sostituzioni o ricostruzioni di parti. Un impianto eolico tipicamente è autorizzato all'esercizio, dalla Regione Toscana, per una durata pari alla vita utile dell'impianto dichiarata dal proponente, tipicamente per 20 anni. Dopo tale periodo si prevede lo smantellamento dell'impianto ed il ripristino delle condizioni preesistenti in tutta l'area, ivi compresa la distruzione (parziale) e l'interramento sino ad un 1 m di profondità dei plinti di fondazione.

Tutto l'impianto e le sue componenti, incluse le strade di comunicazione all'interno del sito, saranno progettati e realizzati in conformità a leggi e normative vigenti.



2 CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

2.1 PRINCIPALI NORME COMUNITARIE

I principali riferimenti normativi in ambito comunitario sono:

- Direttiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante l'abrogazione della Direttiva 93/76/CE del Consiglio.
- Direttiva 2009/28/CEE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

2.2 PRINCIPALI NORME NAZIONALI

In ambito nazionale, i principali provvedimenti che riguardano la realizzazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili o che la incentivano sono:

- D.P.R. 12 aprile 1996. Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge n. 146/1994, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale.
- D.lgs. 112/98. Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti Locali, in attuazione del Capo I della Legge 15 marzo 1997, n. 59.
- D.lgs. 16 marzo 1999 n. 79. Recepisce la direttiva 96/92/CE e riguarda la liberalizzazione del mercato elettrico nella sua intera filiera: produzione, trasmissione, dispacciamento, distribuzione e vendita dell'energia elettrica, allo scopo di migliorarne l'efficienza.
- D.lgs. 29 dicembre 2003 n. 387. Recepisce la direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. Prevede fra l'altro misure di razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative per impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile.
- D.lgs. 152/2006 e s.m.i. Norme in materia ambientale
- D.lgs. 115/2008 Attuazione della Direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della Direttiva 93/76/CE.
- Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili (direttiva 2009/28/CE) approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico in data 11 giugno 2010.
- D.M. 10 settembre 2010 Ministero dello Sviluppo Economico. Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili. Definisce le regole per la trasparenza amministrativa dell'iter di autorizzazione nell'accesso al mercato dell'energia; regola l'autorizzazione delle infrastrutture connesse e, in particolare, delle reti elettriche; determina i criteri e le modalità di inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio, con particolare riguardo agli impianti eolici (Allegato 4 Impianti eolici: elementi per il corretto inserimento degli impianti nel paesaggio).
- D.lgs. 3 marzo 2011 n. 28. Definisce strumenti, meccanismi, incentivi e quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di energia da fonti



rinnovabili, in attuazione della direttiva 2009/28/CE e nel rispetto dei criteri stabiliti dalla legge 4 giugno 2010 n. 96.

- SEN Novembre 2017. Strategia Energetica Nazionale – documento per consultazione. Il documento è stato approvato con Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico e Ministro dell’Ambiente del 10 novembre 2017.

2.3 LEGISLAZIONE REGIONALE E NORMATIVA TECNICA, PRINCIPALI RIFERIMENTI

I principali riferimenti normativi seguiti nella redazione del progetto e della presente relazione sono:

- Piano Ambientale ed Energetico Regionale – P.A.E.R (deliberazione n. 827 del 08/06/2007), lo strumento per la programmazione ambientale ed energetica regionale che assorbe i contenuti del vecchio PIER (Piano Indirizzo Energetico Regionale), del PRAA (Piano Regionale di Azione Ambientale) e del Programma regionale per le Aree Protette. Sono esclusi dal PAER i temi legati alla qualità dell’aria e ai rifiuti, oggetto di appositi Piani Regionali e soggetti alla procedura della L.R. n. 1/05 in quanto atti di governo del territorio”;
- Legge regionale 4 novembre 2011 n.56 – Modifiche alla legge regionale 21 marzo 2011, n. 11 (Disposizioni in materia di installazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di energia. Modifiche alla legge regionale 24 febbraio 2005, n. 39 “Disposizioni in materia di energia” e alla legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 “Norme per il governo del territorio”);
- Legge regionale n. 39 del 24 febbraio 2005 “Disposizioni in materia di energia”;
- Linee guida per la valutazione di impatto ambientale degli impianti eolici (2012), documento che contiene indicazioni per progetti relativi ad impianti eolici;
- Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico Regionale (PIT): Il Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico Regionale (PIT/PPR) è stato approvato con accordo di copianificazione tra il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo (oggi Ministero della Cultura) e la Regione Toscana sottoscritto nel 2015 ai sensi dell’art. 143, co. 2 del D. lgs. 42/2004 (art. 15 L. 241/1990).

Inoltre, gli impianti e le reti di trasmissione elettrica saranno realizzati in conformità alle normative CEI vigenti in materia, alle modalità di connessione alla rete previste dal GSE e da TERNA, con particolare riferimento alla Norma CEI 0-16, Regole tecniche di connessione per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e a 36 kV delle imprese distributrici di energia elettrica.

Per quanto concerne gli aspetti di inquadramento urbanistico del progetto, i principali riferimenti sono:

- PIT Piano di Indirizzo Territoriale (Regione Toscana);
- PTPR Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (Regione Emilia-Romagna);
- PTCP Piano Territoriale di Coordinamento della Città metropolitana di Firenze;
- PTM Piano Territoriale Metropolitano della Città metropolitana di Bologna;
- RU Regolamento urbanistico del Comune di Firenzuola;
- PSIM Piano strutturale intercomunale Mugello.



3 PROFILO LOCALIZZATIVO DEL PROGETTO

3.1 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'AREA DI PROGETTO

Il progetto di parco eolico prevede la realizzazione di n. 12 aerogeneratori posizionati in un'area agricola nel territorio comunale di Firenzuola (FI). In Tabella, si riportano le coordinate degli aerogeneratori:

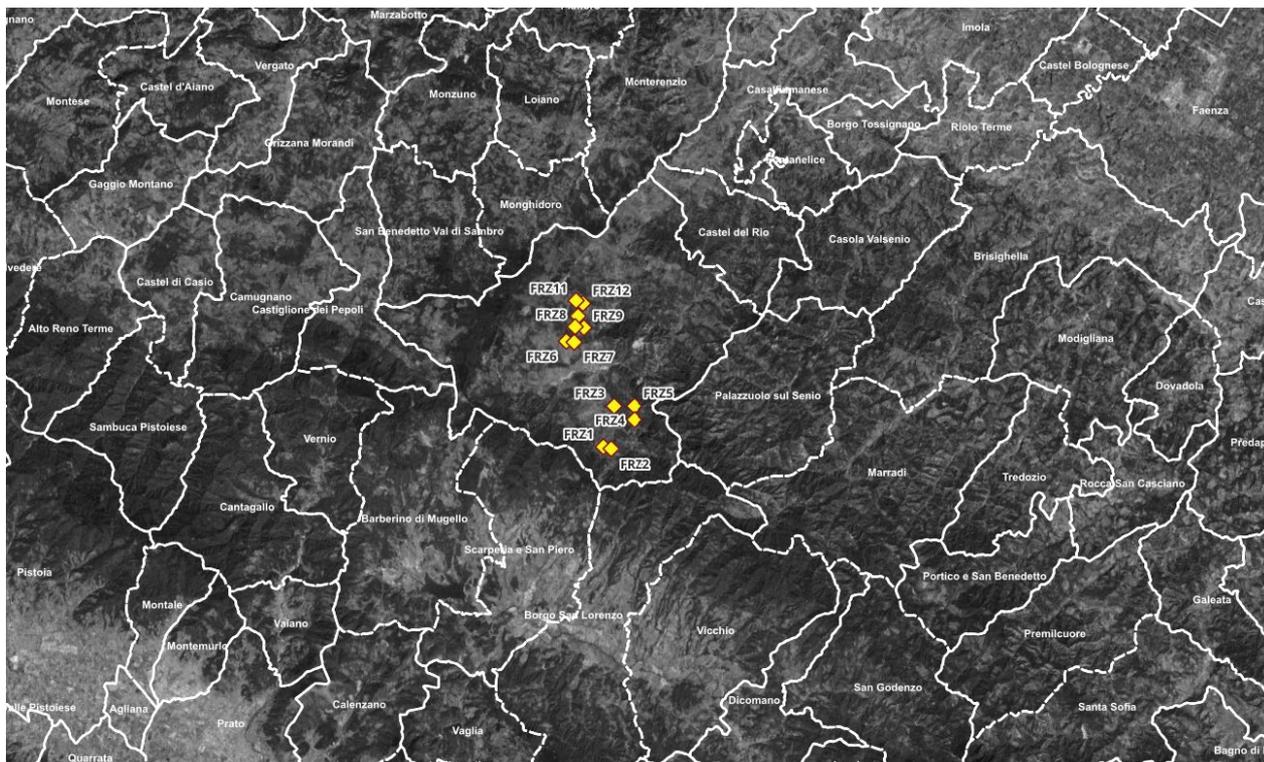
WTG	COORDINATE UTM WGS 84-FUSO 32	
	EST	NORD
FRZ1	691555,34	4882469,61
FRZ2	692079,12	4882364,50
FRZ3	692069,89	4885287,65
FRZ4	693502,15	4884462,49
FRZ5	693488,85	4885387,84
FRZ6	688498,93	4889463,54
FRZ7	688998,48	4889510,35
FRZ8	689069,26	4890497,10
FRZ9	689563,87	4890479,62
FRZ10	689121,39	4891040,57
FRZ11	689005,39	4892286,00
FRZ12	689475,34	4892138,88

Rispetto all'aerogeneratore più prossimo, gli abitati più vicini distano:

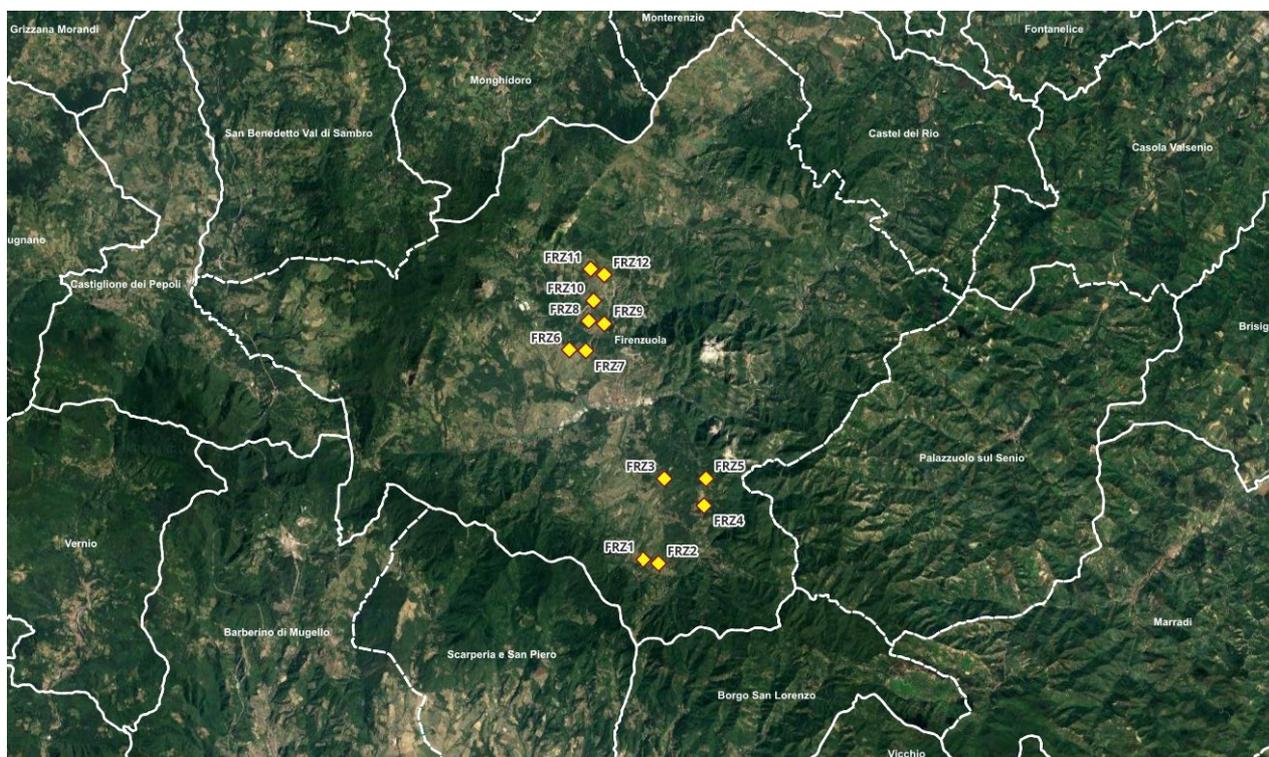
- Castiglioni dei Pepoli (BO) oltre 15 km ad ovest;
- San Benedetto Val di Sambro (BO) 9 km a nord-ovest;
- Monghidoro (BO) 6 km a nord;
- Monterenzio (BO) 14 km a nord;
- Castel del Rio (BO) 12 km a nord-est;
- Casola Valsenio (RA) 21 km a nord-est;
- Palazzuolo sul Senio (FI) 10 km ad est;
- Borgo San Lorenzo (FI) 12 km a sud;
- Scarperia e San Piero (FI) 12,5 km a sud;
- Barberino di Mugello (FI) 15 km a sud-ovest

La distanza dalle coste è di oltre 90 km per la costa tirrenica e di oltre 80 km per quella adriatica.





Inquadramento di area vasta



Area parco eolico

L'area di intervento propriamente detta occupa un'area di circa 4 kmq suddivisa in due cluster di impianto: un primo cluster ubicato a nord del centro abitato in località la Badia ed un secondo cluster ubicato in località Razzopiano a sud del centro abitato.

Le principali vie di collegamento nei pressi dell'impianto risultano essere la SP503 che costeggia il parco da nord a sud.



La Soluzione Tecnica Minima Generale fornita da Terna prevede che il Vs. impianto venga collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) 380/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla direttrice “Calenzano - S. Benedetto del Querceto – Colunga”, previa realizzazione dell’intervento 302-P previsto dal Piano di Sviluppo di Terna. Alla data di redazione del documento è in corso di valutazione l’ubicazione della nuova SE. Alla base dello studio e negli elaborati grafici, si fa riferimento ad una possibile ubicazione della stessa. Appena sarà univocamente individuato il sito per la realizzazione della SE, sarà cura della presente Società procedere all’aggiornamento dello studio e dei relativi elaborati progettuali.

Tutti gli aerogeneratori e le opere elettriche ricadono in aree a seminativo.

Il trasporto degli aerogeneratori nell’area di installazione avverrà con l’ausilio di mezzi eccezionali provenienti, dal porto di Livorno, secondo il seguente percorso: uscita dal Porto di Livorno, prendere SGC Firenze-Pisa-Livorno in direzione Firenze, prendere l’uscita A1/E35 verso Bologna, si continua sull’A1 var – Variante di Valico fino all’uscita Firenzuola Mugello in direzione Firenzuola, imboccare la SS 65 della Futa fino allo svincolo della SP116 fino al raggiungimento dell’area di impianto.

L’accesso alle aree del sito sarà oggetto di studio dettagliato in fase di redazione del progetto esecutivo.

La Regione Toscana, con l’entrata in vigore del Codice dei beni culturali e del Paesaggio (D. lgs. 42/2004), ha sviluppato il proprio Piano Paesaggistico non come piano separato, bensì come integrazione al già vigente Piano di Indirizzo Territoriale, assumendo la funzione di piano urbanistico-territoriale con specifica considerazione dei valori paesaggistici.

Il piano è organizzato su due livelli:

- regionale, a sua volta articolato in una parte che riguarda l’intero territorio regionale, trattato in particolare attraverso il dispositivo delle invarianti strutturali, e una parte che riguarda i beni paesaggistici formalmente riconosciuti in quanto tali;
- d’ambito.

Lo strumento di pianificazione si basa sull’approfondimento e interpretazione delle relazioni che intercorrono tra quattro varianti:

- i caratteri idrogeomorfologici dei sistemi morfogenetici e dei bacini idrografici;
- i caratteri ecosistemici del paesaggio;
- il carattere policentrico e reticolare dei sistemi insediativi, infrastrutturali e urbani;
- i caratteri identitari dei paesaggi rurali toscani.

Il Codice dei beni culturali e del paesaggio prevede che il Piano Paesaggistico riconosca gli aspetti, i caratteri peculiari e le caratteristiche paesaggistiche del territorio regionale, e ne delimiti i relativi ambiti, in riferimento ai quali predisporre specifiche normative d’uso ed adeguati obiettivi di qualità.

Gli Ambiti di paesaggio della Toscana sono:

1. Lunigiana
2. Versilia e costa apuana
3. Garfagnana e Val di Lima
4. Lucchesia
5. Val di Nievole e Val d’Arno inferiore
6. Firenze-Prato-Pistoia
7. Mugello
8. Piana Livorno-Pisa-Pontedera
9. Val d’Elsa



10. Chianti
11. Val d'Arno superiore
12. Casentino e Val Tiberina
13. Val di Cecina
14. Colline di Siena
15. Piana di Arezzo e Val di Chiana
16. Colline Metallifere
17. Val d'Orcia e Val d'Asso
18. Maremma grossetana
19. Amiata
20. Bassa Maremma e ripiani tufacei

Lo strumento di pianificazione e di assetto del territorio della Provincia di Firenze è costituito dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP). Il PTCP è stato approvato dalla Provincia nel 1998, ai sensi della L.R. 5/95 "Norme per il governo del territorio" come l'atto di programmazione con il quale la Provincia esercita, nel governo del territorio, un ruolo di coordinamento programmatico e di raccordo tra le politiche territoriali della Regione e la pianificazione urbanistica comunale.

Lo strumento di pianificazione è stato successivamente revisionato a seguito dell'approvazione della L.R. 3 gennaio 2005 n.1 "Norme per il governo del territorio", che ha profondamente innovato la normativa sul governo del territorio e con essa il quadro degli strumenti della pianificazione territoriale e la loro modalità di formazione.

Con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 1 del 10/01/2013 n°1 del 2013 è stata approvata la variante di adeguamento del PTCP, ai sensi dell'art.17 della L.R. 1/05. L'avviso relativo all'approvazione è stato pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n°11 del 13.03.2013. Lo strumento di pianificazione in oggetto ha acquistato efficacia dalla data di tale pubblicazione.

Il progetto è stato elaborato nel rispetto puntuale del sistema di tutele previsto dal Piano di Indirizzo Territoriale (PIT).

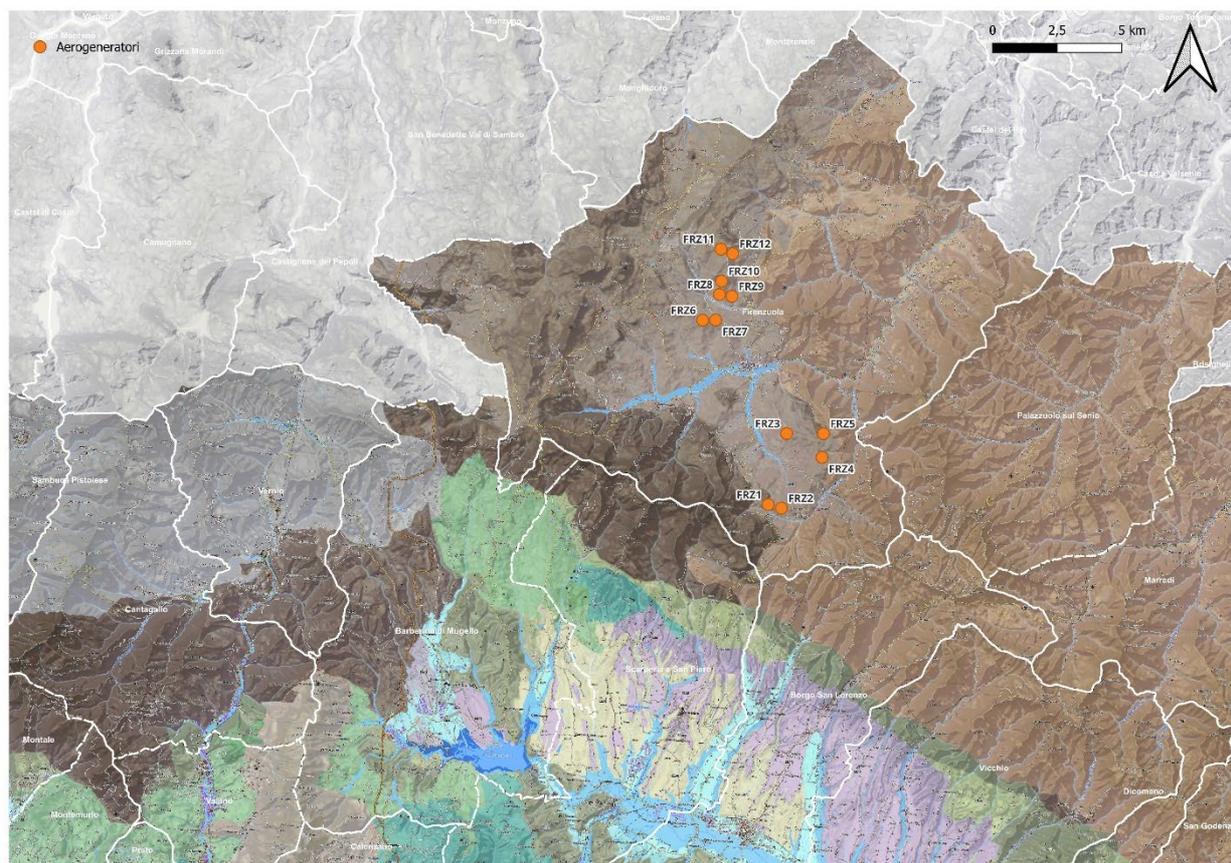
Dall'analisi dei vincoli presenti è stato possibile determinare le aree eleggibili nel territorio del Comune di Firenzuola.

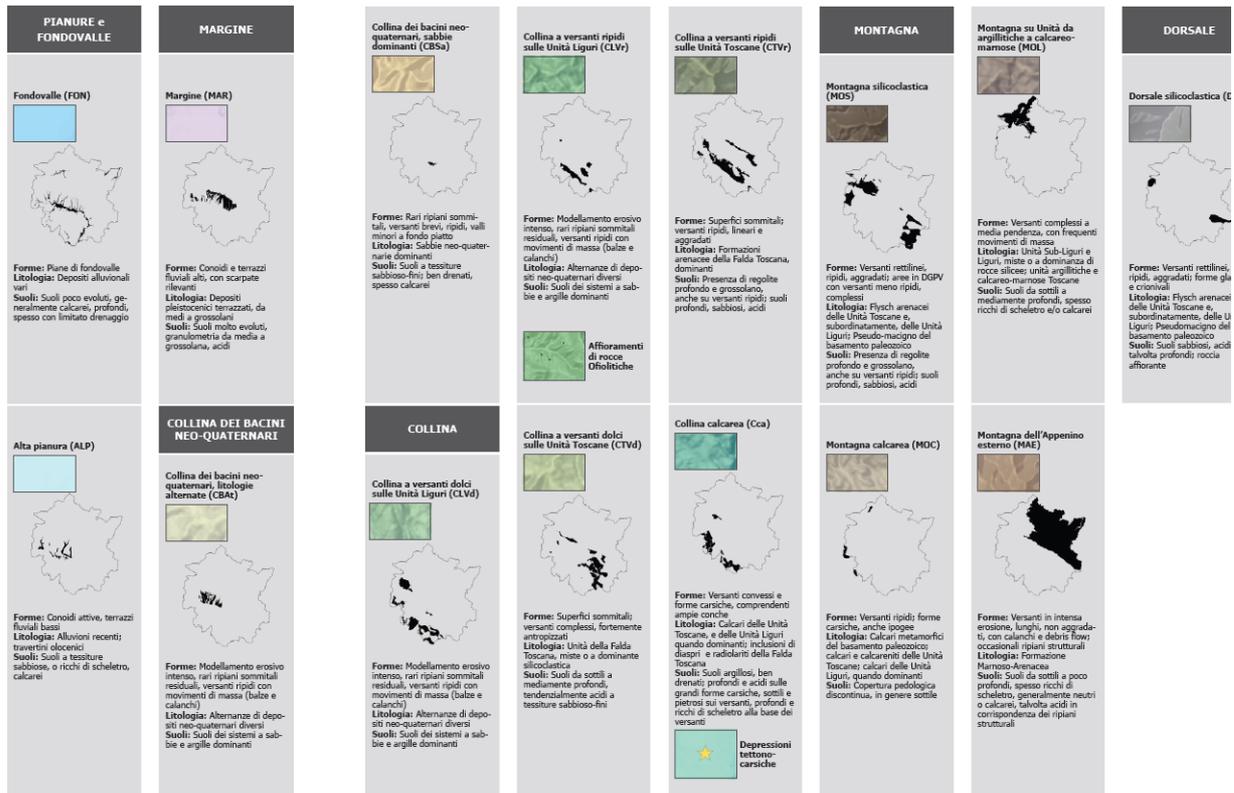
Lo studio in oggetto ha portato alla definizione di un layout con limitate interferenze ai contesti paesaggistici. Dall'esame delle cartografie del PIT, come si evince dagli allegati grafici dell'analisi vincolistica (*Allegato SIA.S.8 Analisi vincolistica*), sono emerse le seguenti interferenze:

Piano Indirizzo Territoriale della Regione Toscana con valenza di piano paesaggistico (PIT) – Beni paesaggistici					
Opere/Interventi	Immobili ed aree di notevole interesse pubblico	Aree gravemente compromesse o degradate	Aree tutelate per legge	Beni architettonici tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004	Ulteriori contesti
<i>Aerogeneratori</i>	---	---	Lett. h) - Le zone gravate da usi civici	---	---
<i>Piazzole</i>	---	---	Lett. h) - Le zone gravate da usi civici	---	---
<i>Viabilità di servizio</i>	---	---	Lett. h) - Le zone gravate da usi civici	---	---

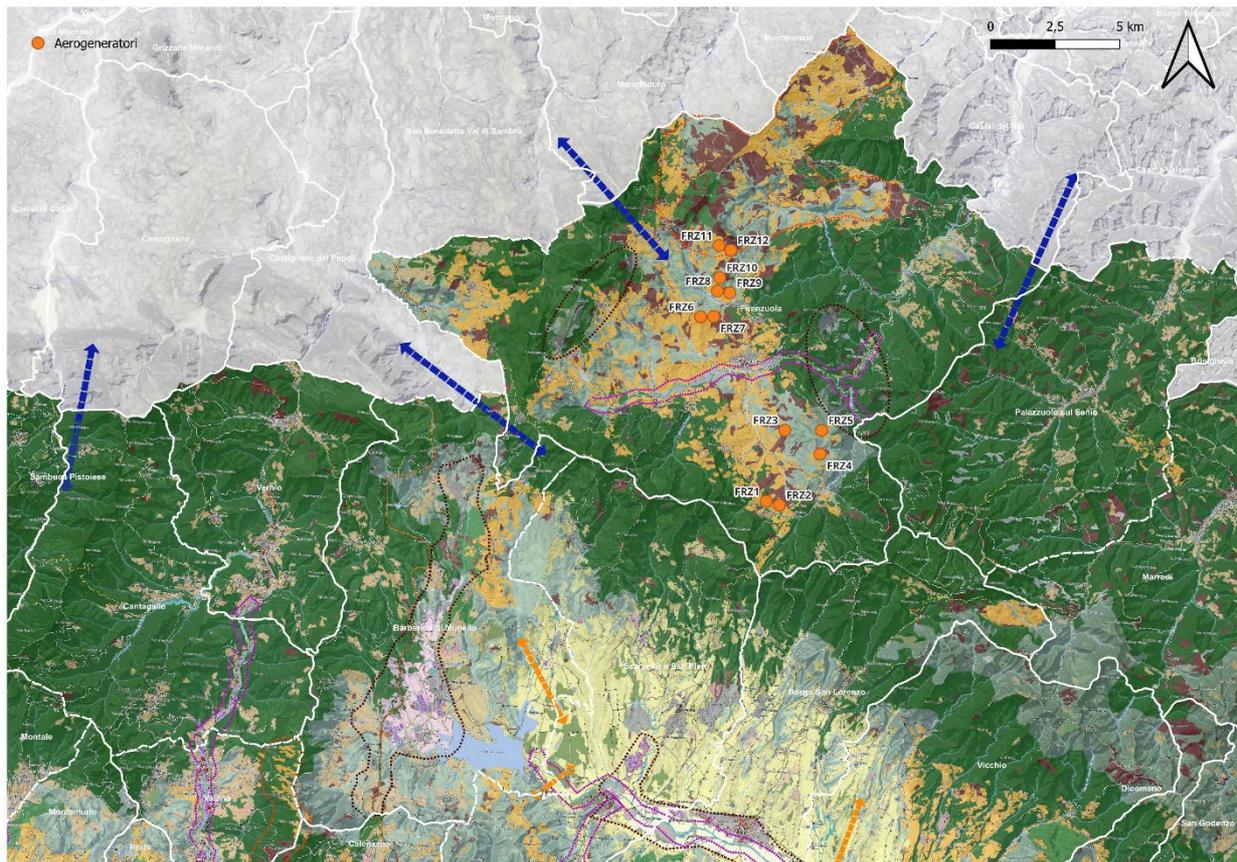


Piano Indirizzo Territoriale della Regione Toscana con valenza di piano paesaggistico (PIT) – Beni paesaggistici					
Opere/Interventi	Immobili ed aree di notevole interesse pubblico	Aree gravemente compromesse o degradate	Aree tutelate per legge	Beni architettonici tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004	Ulteriori contesti
<i>Cavidotti 36 kV parco eolico</i>	---	---	Let. c) - I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua Let. h) - Le zone gravate da usi civici	---	---
<i>Cavidotti vettoramento</i>	---	---	Let. h) - Le zone gravate da usi civici	---	---
<i>BESS</i>	---	---	Let. h) - Le zone gravate da usi civici	---	---





Sistemi morfogenetici



ELEMENTI STRUTTURALI DELLA RETE ECOLOGICA

rete degli ecosistemi forestali

- nodo forestale primario
- nodo forestale secondario
- matrice forestale ad elevata connettività
- nuclei di connessione ed elementi forestali isolati
- aree forestali in evoluzione a bassa connettività
- corridoio ripariale

rete degli ecosistemi agropastorali

- nodo degli agroecosistemi
- matrice agroecosistemica collinare
- matrice agroecosistemica di pianura
- agroecosistema frammentato attivo
- agroecosistema frammentato in abbandono con ricolonizzazione arborea/arbustiva
- matrice agroecosistemica di pianura urbanizzata
- agroecosistema intensivo

ecosistemi palustri e fluviali

- zone umide
- corridoi fluviali

ecosistemi costieri

- coste sabbiose prive di sistemi dunali
- coste sabbiose con ecosistemi dunali integri o parzialmente alterati
- coste rocciose

ecosistemi rupestri e calanchivi

- ambienti rocciosi o calanchivi

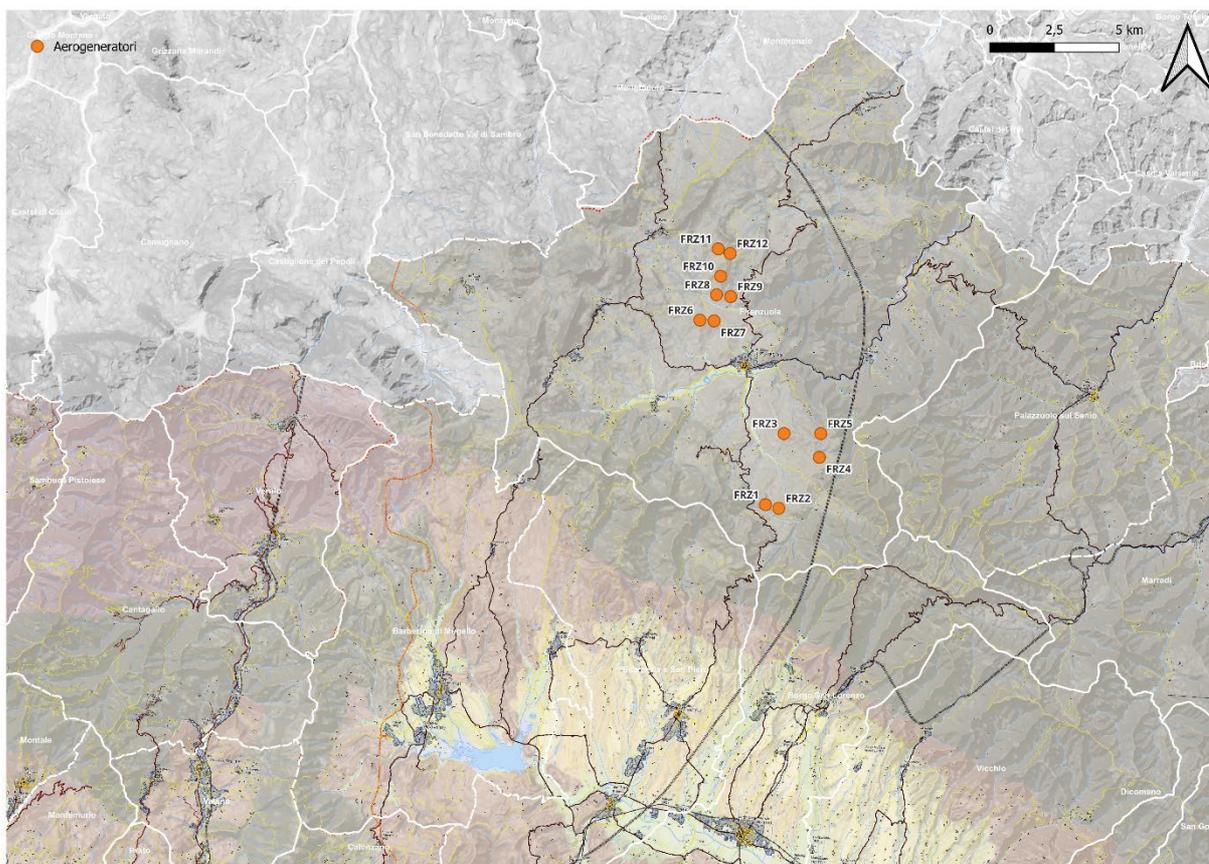
superficie artificiale

- area urbanizzata

ELEMENTI FUNZIONALI DELLA RETE ECOLOGICA

- direttrice di connettività extraregionale da mantenere
- direttrice di connettività da ricostituire
- direttrice di connettività da riqualificare
- corridoio ecologico costiero da riqualificare
- corridoio ecologico fluviale da riqualificare
- barriera infrastrutturale da mitigare
- aree ad elevata urbanizzazione con funzione di barriera da mitigare
- aree critiche per processi di artificializzazione
- aree critiche per processi di abbandono e di artificializzazione
- aree critiche per processi di abbandono culturale e dinamiche naturali

Rete ecologica



Carta del Territorio Urbanizzato

edifici

- edifici presenti al 1830
- edifici presenti al 1954
- edifici presenti al 2012

confini dell'urbanizzato

- aree ad edificato continuo al 1830
- aree ad edificato continuo al 1954
- aree ad edificato continuo al 2012

infrastrutture viarie

- viabilità al 1954 di prima classe (> 8 m)
- viabilità al 1954 di seconda classe (< 8 m, > 6 m)
- viabilità al 1954 di terza classe (< 6 m)
- tracciati viarii fondativi (sec. XIX)
- ferrovia
- ferrovia dismessa
- Autostrade - Strade a Grande Comunicazione
- viabilità principale al 2012

Classificazione dei morfotipi urbani: i tessuti della città contemporanea

TESSUTI URBANI A PREVALENTE FUNZIONE RESIDENZIALE E MISTA

- T.R.1. Tessuto ad isolati chiusi o semichiusi
- T.R.2. Tessuto ad isolati aperti e lotti residenziali isolati
- T.R.3. Tessuto ad isolati aperti e blocchi prevalentemente residenziali
- T.R.4. Tessuto ad isolati aperti e blocchi prevalentemente residenziali di edilizia pianificata
- T.R.5. Tessuto puntiforme
- T.R.6. Tessuto a tipologie miste
- T.R.7. Tessuto sfrangiato di margine

TESSUTI URBANI o EXTRAURBANI A PREVALENTE FUNZIONE RESIDENZIALE E MISTA - Frangie periurbane e città diffusa

- T.R.8. Tessuto lineare (a pettine o ramificato) aggregazioni
- T.R.9. Tessuto reticolare o diffuso

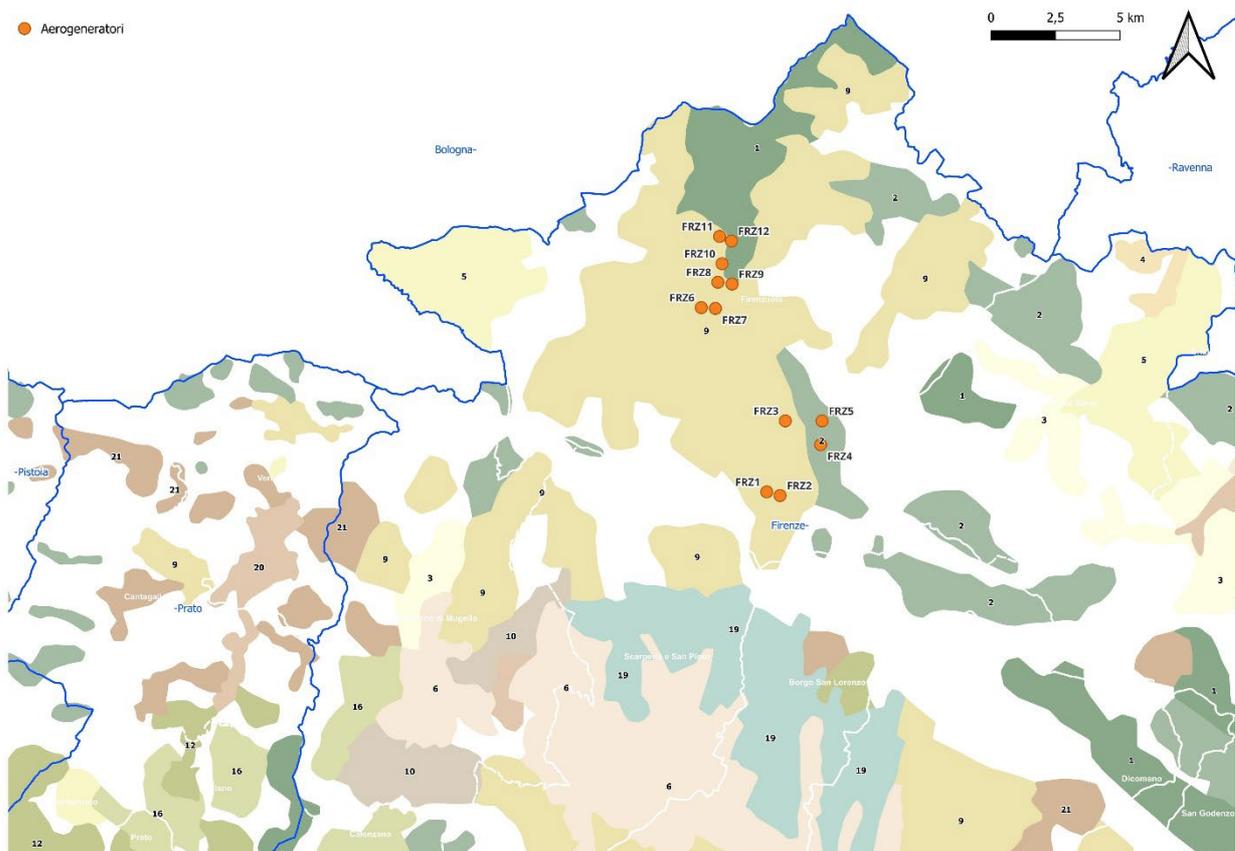
TESSUTI EXTRAURBANI A PREVALENTE FUNZIONE RESIDENZIALE E MISTA

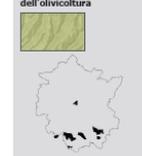
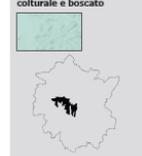
- T.R.10. Campagna abitata
- T.R.11. Campagna urbanizzata
- T.R.12. Piccoli agglomerati extraurbani

TESSUTI DELLA CITTA' PRODUTTIVA E SPECIALISTICA

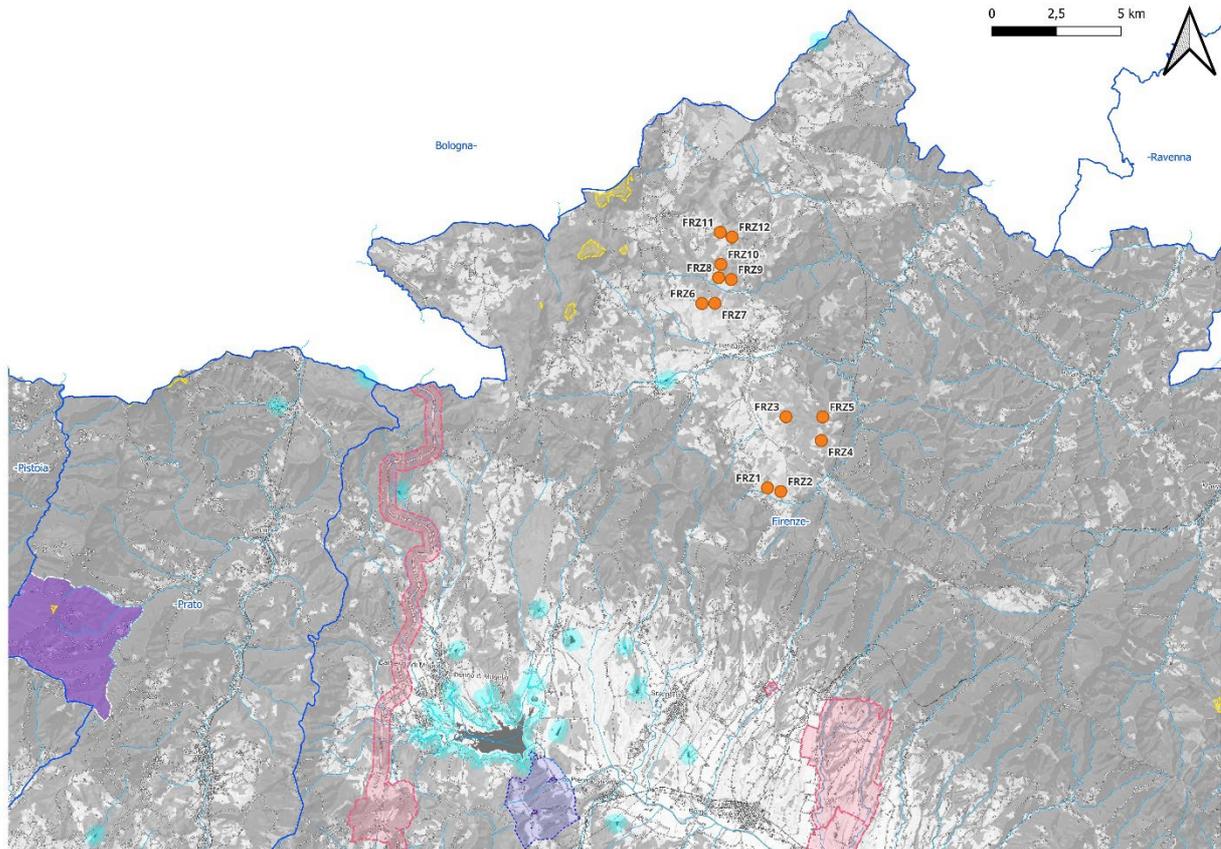
- T.P.S.1. Tessuto a proliferazione produttiva lineare
- T.P.S.2. Tessuto a piattaforme produttive – commerciali – direzionali
- T.P.S.3. Insule specializzate
- T.P.S.4. Tessuto a piattaforme residenziale e turistico-ricettiva

Carta del territorio urbanizzato



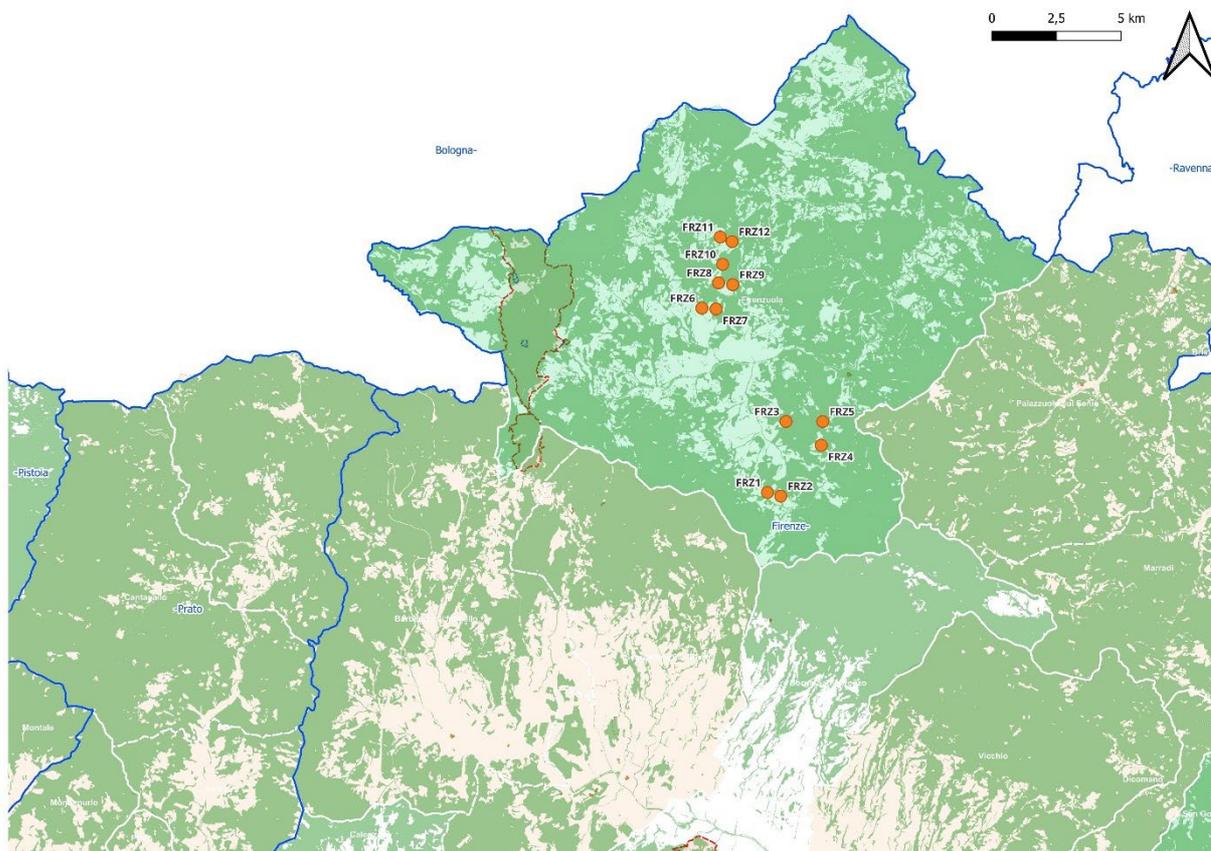
morfotipi delle colture erbacee	03. morfotipo dei seminativi tendenti alla rinaturalizzazione in contesti marginali	05. morfotipo dei seminativi semplici a maglia medio-ampia di impronta tradizionale	09. morfotipo dei campi chiusi a seminativo e a prato di collina e di montagna	morfotipi specializzati delle colture arboree	morfotipi complessi delle associazioni culturali	18. morfotipo del mosaico collinare a oliveto e vigneto prevalenti	20. morfotipo del mosaico culturale complesso a maglia fitta di pianure delle prime pendici o
<p>01. morfotipo delle praterie e dei pascoli di alta montagna e di crinale</p>  <p>Il morfotipo comprende sia praterie primarie di origine naturale, sia praterie secondarie, che occupano gli spazi lasciati liberi dal taglio dei boschi. Si tratta di ambienti anticamente sfruttati per il pascolo, ma oggi abbandonati dall'utilizzo antropico, le cui tracce sono pressoché scomparse. Spesso appaiono come estese superfici nude, quasi del tutto prive di vegetazione forestale. Assai rapido il processo di rinaturalizzazione cui vanno incontro.</p>	<p>02. morfotipo delle praterie e dei pascoli di media montagna</p>  <p>Si tratta di ambienti di montagna coperti da praterie storicamente adatte al pascolo, uso talvolta ancora oggi praticato, e in genere posti a contatto con i piccoli insediamenti accentrati. Contribuiscono in modo determinante alla diversificazione paesaggistica ed ecologica dell'ambiente montano costituendo superfici di rilevante discontinuità rispetto alla copertura boschiva.</p>	<p>03. morfotipo dei seminativi tendenti alla rinaturalizzazione in contesti marginali</p>  <p>Il morfotipo è contraddistinto dalla prevalenza di seminativi interessati da processi di rinaturalizzazione e posti in contesti marginali, per lo più montani collinari. Il paesaggio mostra segni sia dell'allargamento della cancellazione della maglia agraria preesistente sia quelli di un abbandono cultura avanzato, riconoscibile nella presenza di alberi sparsi, vegetazione arbustiva e boschi che ricolorizzano i terreni.</p>	<p>04. morfotipo dei seminativi semplici in aree a bassa pressione insediativa</p>  <p>Il morfotipo è contraddistinto dalla prevalenza di seminativi a maglia semplificata in contesti montani e collini periferici rispetto alle grandi trasformazioni insediative e paesaggistiche. Nel maggioranza dei casi, si tratta in presenza di un'agricoltura ancora vitale tipica di contesti collinari in cui relativamente contenute semplificazioni paesaggistiche non si è associata, se ne occasionalmente, a inger fenomeni di diffusor insediativo ed erosione dello spazio rurale.</p>	<p>05. morfotipo dei seminativi semplici a maglia medio-ampia di impronta tradizionale</p>  <p>Questo tipo di paesaggio è caratterizzato dalla combinazione tra aree a seminativo e a prato-pascolo in cui è leggibile l'organizzazione della maglia a "campi chiusi" con filari, siepi, boschi poderali e alberi isolati. Può essere sia espressione di una modalità di utilizzazione agricola del territorio consolidata, sia esito di fenomeni di rinaturalizzazione derivanti dall'espansione di siepi ed elementi vegetazionali su terreni in stato di abbandono.</p>	<p>09. morfotipo dei campi chiusi a seminativo e a prato di collina e di montagna</p>  <p>Il morfotipo è dato dalla combinazione tra aree a seminativo e a prato-pascolo in cui è leggibile l'organizzazione della maglia a "campi chiusi" con filari, siepi, boschi poderali e alberi isolati. Può essere sia espressione di una modalità di utilizzazione agricola del territorio consolidata, sia esito di fenomeni di rinaturalizzazione derivanti dall'espansione di siepi ed elementi vegetazionali su terreni in stato di abbandono.</p>	<p>11. morfotipo della viticoltura</p>  <p>Si tratta di zone specializzate a vigneto, nella quasi totalità dei casi esito di recenti operazioni di ristrutturazione fondiaria e agricola. La maglia degli appezzamenti è ampia e, in certi casi, equipaggiata da un corridoio vegetale. Nei casi in cui l'infrastrutturazione ecologica è assente sono presenti notevoli criticità dal punto di vista della biodiversità e della connettività ecologica, oltre che degli aspetti morfologici e idrogeologici.</p>	<p>15. morfotipo dell'associazione tra seminativo e vigneto</p>  <p>Il morfotipo è presente su morfologie collinari adatte o su superfici pianeggianti ed è caratterizzato dall'associazione tra colture a seminativo e a vigneto, esito di processi recenti di ristrutturazione agricola e paesaggistica. Le tessere coltivate si alternano in una maglia di dimensione medio-ampia o ampia nella quale i vigneti sono sempre di impianto recente e hanno rimpiazzato le colture tradizionali.</p>
<p>06. morfotipo dei seminativi semplificati di pianura o fondovalle</p>  <p>Il morfotipo è caratterizzato da una maglia agraria ben leggibile, scandita dalla presenza di siepi che si dispongono, nell'assetto originario, lungo i confini dei campi. Questa particolare configurazione può essere sia espressione di una modalità di sfruttamento agricolo del territorio storicamente consolidata, sia esito di fenomeni di rinaturalizzazione derivanti dall'espansione di siepi ed elementi vegetazionali su terreni in stato di abbandono.</p>	<p>10. morfotipo dei campi chiusi a seminativo e a prato di pianura e delle prime pendici collinari</p>  <p>Il morfotipo è caratterizzato da una maglia agraria ben leggibile, scandita dalla presenza di siepi che si dispongono, nell'assetto originario, lungo i confini dei campi. Questa particolare configurazione può essere sia espressione di una modalità di sfruttamento agricolo del territorio storicamente consolidata, sia esito di fenomeni di rinaturalizzazione derivanti dall'espansione di siepi ed elementi vegetazionali su terreni in stato di abbandono.</p>	<p>12. morfotipo dell'olivicoltura</p>  <p>Il morfotipo copre generalmente versanti e sommità delle colline mentre, nei contesti montani, è presente solo sulle pendici delle dorsali secondarie. A seconda del tipo di impianto, i paesaggi dell'olivicoltura si distinguono in olivicoltura tradizionale terrazzata, olivicoltura tradizionale non terrazzata in genere caratterizzata da condizioni che rendono possibile la meccanizzazione, e olivicoltura moderna intensiva.</p>	<p>16. Morfotipo del seminativo e oliveto prevalenti di collina</p>  <p>Il morfotipo è tipico delle aree collinari ed è caratterizzato dall'alternanza di oliveti e seminativi. Talvolta, vigneti di dimensione variabile si infammano tra le colture prevalenti. La maglia agraria è medio-fitta e articolata, con campi di dimensione contenuta e confini tra gli appezzamenti piuttosto morbidi. Il bosco, sia in forma di macchie che di formazioni lineari, diversifica significativamente il tessuto dei coltivi.</p>	<p>14. morfotipo del mosaico collinare a oliveto e vigneto prevalenti</p>  <p>Il morfotipo è presente per lo più in ambiti collinari ed è caratterizzato dall'alternanza tra vigneti e oliveti, variamente inframmezzati da superfici boscate. Si distinguono infatti situazioni in cui la maglia agraria è fitta, con appezzamenti di dimensione contenuta, e situazioni in cui la maglia è media o anche ampia. I confini tra gli appezzamenti sono in genere articolati e morbidi e seguono le sinuosità del terreno. Possono essere presenti sia appezzamenti condotti in maniera tradizionale che sistemi culturali moderni.</p>	<p>18. morfotipo del mosaico collinare a oliveto e vigneto prevalenti</p>  <p>Il morfotipo è presente per lo più in ambiti collinari ed è caratterizzato dall'alternanza tra vigneti e oliveti, variamente inframmezzati da superfici boscate. Si distinguono infatti situazioni in cui la maglia agraria è fitta, con appezzamenti di dimensione contenuta, e situazioni in cui la maglia è media o anche ampia. I confini tra gli appezzamenti sono in genere articolati e morbidi e seguono le sinuosità del terreno. Possono essere presenti sia appezzamenti condotti in maniera tradizionale che sistemi culturali moderni.</p>	<p>19. morfotipo del mosaico culturale e boscato</p>  <p>Il morfotipo è caratterizzato da una maglia paesaggistica fitta e frammentata nella quale il bosco, in forma di lingue, macchie e isole, si insinua capillarmente e diffusamente nel tessuto dei coltivi. Le colture presenti possono essere mosaici agrari complessi arborei ed erbacei dati dall'intersezione di oliveti, vigneti e seminativi, oppure prevalentemente seminativi semplici.</p>	<p>21. morfotipo del mosaico culturale e particella complessa di assetto tradizionale di collina montagna</p>  <p>Il morfotipo è costituito da coltivi tradizionali ste attorno ai nuclei a connessione tra nuclei montani o alto-collina spesso caratterizzante è la connessione tra nuclei insediativi e intorno a che appaiono reciproci dimensionati e ininterrotta continuità del marso. La maglia agraria è fittola e spesso equipaggiata sistemazioni idraulico-ir-</p>

Carta dei morfotipi rurali



- Aerogeneratori
- Beni paesaggistici
- Immobili ed aree di notevole interesse pubblico
- Immobili ed aree di notevole interesse pubblico D.Lgs.42/2004, art.136
- Aree tutelate per legge
- Letto. b) - I territori contermini ai laghi
- Aree tutelate
- Specchi di acqua con perimetro maggiore di 500m
- Letto. c) - I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua
- Fiumi, torrenti (Allegato L), corsi d'acqua (Allegato E)
- Letto. d) - Le montagne per la parte eccedente 1.200 m slm
- Aree tutelate
- Letto. f) - I parchi e le riserve nazionali o regionali
- Parchi nazionali
- Riserve provinciali
- Siti UNESCO
- Core zone
- Buffer zone

Inquadramento dell'opera con i beni paesaggistici (1/2)



● Aerogeneratori

Beni paesaggistici

Aree tutelate per legge

Let. g) - I territori coperti da foreste e da boschi

Aree tutelate (aggiornamento DCR 93/2018)

■ scala minore di 1:50.000

Let. h) - Le zone gravate da usi civici

Comuni

- Comuni con interesse esclusivo di usi civici
- Comuni con interesse paesistico e usi civici
- Comuni con interesse di insediamento non occupato
- Comuni con interesse di insediamento occupato e con per procedure in corso completate

Let. m) - Le zone di interesse archeologico

Zone tutelate di cui all' art. 11.3 dell' Elaborato 7B della disciplina dei beni paesaggistici

■ Zone tutelate di cui all'art. 11.3 lett. a) e b) dell' Elaborato 7B della Disciplina dei beni paesaggistici

Zone tutelate di cui all'art. 11.3 lett. c) dell' Elaborato 7B della Disciplina dei beni paesaggistici



Beni archeologici tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004 con valenza paesaggistica

Beni archeologici tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004 con valenza paesaggistica ricadenti nelle zone tutelate di cui all'art. 11.3 lett. a) e b)



Beni archeologici tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004 con valenza paesaggistica coincidenti con le zone tutelate di cui all'art. 11.3 lett. c)



Inquadramento dell'opera con i beni paesaggistici (2/2)

Si rimanda agli elaborati della sezione *ES.9 Paesaggio* per la valutazione della compatibilità degli interventi.

In considerazione dell'indirizzo agricolo dell'area si fa presente che le interferenze del progetto riguardano esclusivamente la realizzazione di fondazioni, piazzole e allargamenti stradali. Nelle aree coltivate il cavidotto sarà posato tra i filari. La posizione del cavidotto sarà opportunamente segnalata con appositi cartelli. Pertanto, in considerazione della profondità di posa, della larghezza dei filari è evidente che la posa del cavidotto elettrico non avrà alcun impatto sulla coltura esistente. Inoltre, le arature profonde effettuate con macchine operatrici agricole (tipicamente sino a 50 cm dal piano campagna) non andranno ad interferire con il cavidotto elettrico.

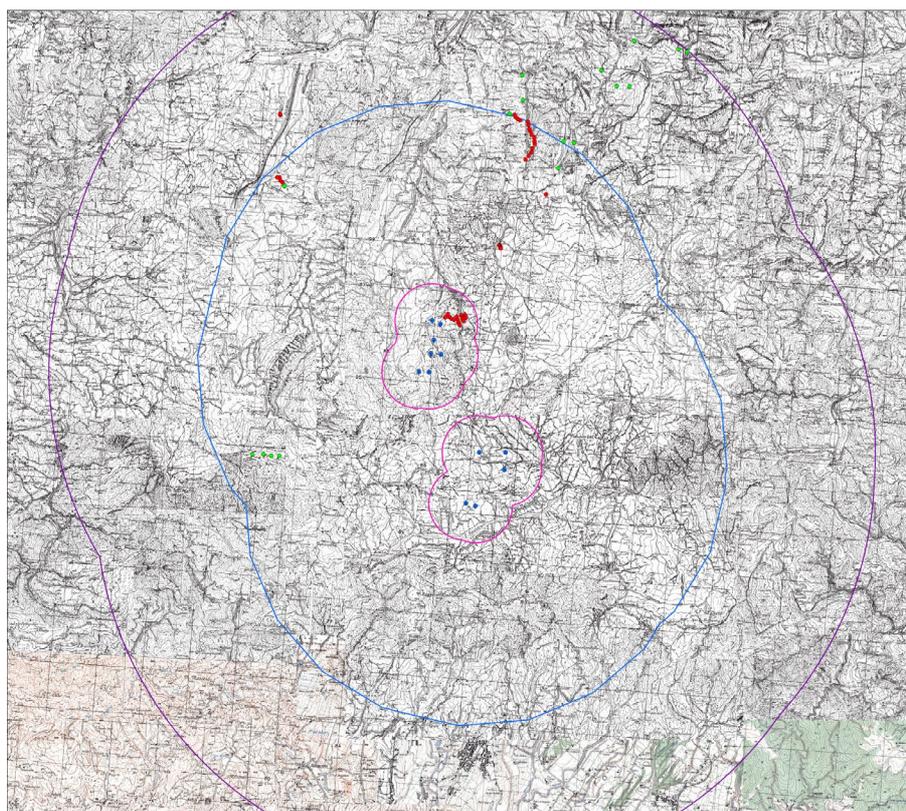
3.2 PROGETTI DI IMPIANTI DA FONTI RINNOVABILI NELL'AREA DI RIFERIMENTO

In base alle informazioni in possesso degli scriventi e a quanto riportato sul portale dedicato alle valutazioni e autorizzazioni ambientali del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) e sul portale della Regione Toscana, nelle aree limitrofe a quella in esame esistono altri impianti da fonte rinnovabile realizzati, dotati di valutazione ambientale o autorizzazione unica positiva, ovvero in fase di autorizzazione.

Nella Figura che segue, sono riportati gli aerogeneratori presenti all'interno di un'area corrispondente all'involuppo delle circonferenze con centro nei singoli aerogeneratori e raggio pari a 20 chilometri, nonché gli impianti fotovoltaici individuati in un analogo involucro di raggio pari a 2 chilometri.

Si rimanda all'allegato *SIA.S.9 Inquadramento impianti eolici e fotovoltaici in esercizio, autorizzati ed in autorizzazione* per i necessari approfondimenti.





Inquadramento impianti eolici e fotovoltaici in esercizio, autorizzati ed in autorizzazione (Intorno 20 km)

Si specifica che gli impianti esistenti hanno una potenza nominale inferiore ad 1 MW per i quali gli impatti cumulativi si ritengono non rilevanti ma, a favore di sicurezza, nel presente progetto sono state comunque elaborate le carte di intervisibilità (cfr. *SIA.ES.9.3.2 Carta di intervisibilità cumulata*).

3.3 ASPETTI GEOLOGICI DELL'AREA

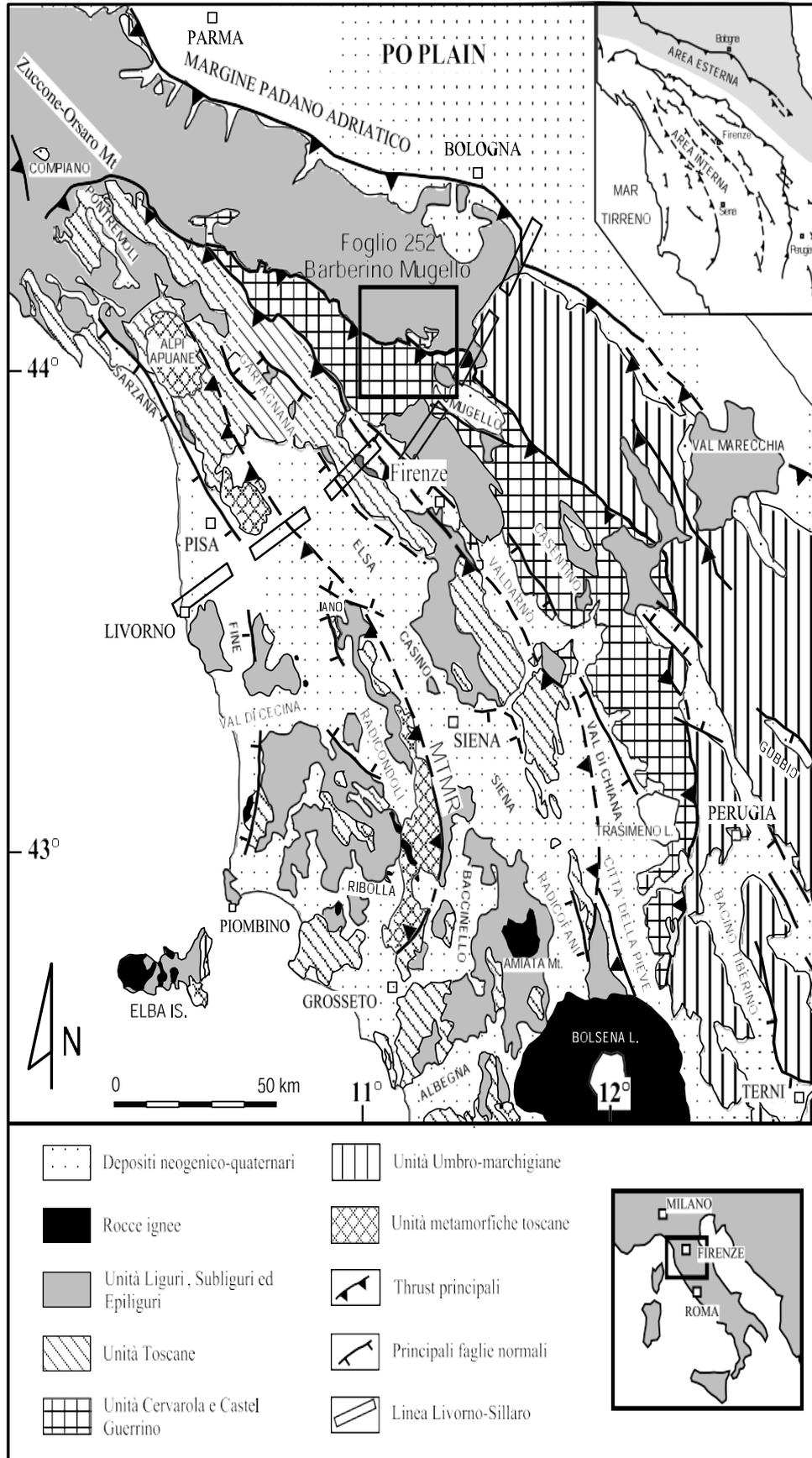
L'Appennino settentrionale è una catena a falde sviluppatasi principalmente nel terziario in seguito alla collisione tra due blocchi continentali rappresentati dalla zolla europea, o sarda-corsa, e dalla micro-placca Adriatico-Padana. Il processo di collisione tra queste due zolle continentali è stato preceduto dalla chiusura di un'area oceanica: il paleo-oceano ligure-piemontese, parte della Tedita.

Il settore investigato ricade nella Provincia di Bologna a cavallo del crinale principale della catena dell'Appennino Settentrionale.

Questa catena, che fa parte del sistema alpino-himalaiano, è il risultato della chiusura di un originario oceano e della successiva deformazione del suo margine continentale passivo (placca Adria Auctt.). L'evoluzione tettonica che ha portato all'attuale assetto è avvenuta in varie fasi deformative a partire dal Triassico ed è strettamente connessa all'evoluzione della catena alpina prima, e successivamente all'evoluzione del Mediterraneo centrale. Nel Triassico medio le prime fasi sono riconducibili al rifting di una crosta continentale a cui segue, dal Giurassico inferiore-medio, la formazione di un oceano (Oceano Ligure-Piemontese). Dal Cretaceo superiore iniziano le fasi di convergenza con la creazione di una zona di subduzione che porta, nell'Eocene superiore-Oligocene, alla collisione continentale a seguito della completa consunzione dell'Oceano Ligure-Piemontese. Dal punto di vista paleogeografico è dunque possibile distinguere un dominio oceanico ed un dominio continentale. Nel dominio oceanico si imposta, a partire dal Giurassico superiore, la sedimentazione pelagica sia calcarea che silicea che darà origine alle Unità Liguri s.l. Nel dominio continentale, fin dal Triassico medio, si depositano successioni che ricalcano l'evoluzione di un margine passivo; questo margine diventa attivo negli ultimi stadi della sua evoluzione in età oligo-miocenica. Tali successioni vengono generalmente denominate "toscano" e "umbro-marchigiane" sulla base della loro attuale



distribuzione geografica. Durante le fasi collisionali le Unità Liguri si impilano le une sulle altre e successivamente sovra scorrono sulle unità più esterne toscane ed umbro-marchigiane.



Esse costituiscono una coltre alloctona relativamente continua nel settore settentrionale dell'Appennino, dalla Liguria, a NW, fino al T. Sillaro, in corrispondenza del versante emiliano. Durante le fasi di avanzamento verso est e nord-est sulle Unità Liguri si depongono in discordanza i depositi epiliguri prevalentemente affioranti sul versante padano dell'Appennino Settentrionale. Più a sud, in Toscana ed in Umbria, gli affioramenti delle Unità Liguri e della Successione epiligure sono molto discontinui e sporadici. Il fronte della catena, deformato da sistemi di pieghe e thrusts strutturati in una serie di archi (PIERI & GROPPI, 1981; CASTELLARIN et alii, 1986) e sepolto dai sedimenti quaternari padano-adriatici, si sviluppa prevalentemente nel Pliocene e nel Pleistocene con l'incorporazione di parte dei sedimenti coevi entro la catena stessa. Nella porzione più interna della catena, già a partire dal Tortoniano superiore-Messiniano inferiore, dopo una fase di sollevamento ed erosione, inizia la sedimentazione di potenti successioni prevalentemente terrigene di ambiente da continentale a lacustre e marino, deposte sia sulla coltre alloctona ligure che sulle sottostanti unità toscane. Questi depositi attualmente si rinvergono in bacini allungati in senso longitudinale separati tra loro da "dorsali" costituite dal substrato toscano-ligure. In parziale sovrapposizione con la sedimentazione nei bacini, si è sviluppato un magmatismo a vario chimismo a partire dal Miocene superiore (SERRI et alii, 1993 con bibliografia).

L'area in esame, ricade nei Fogli 252 della Carta Geologica 1:50.000 "Barberino del Mugello", 253 "Marradi" e 238 "Castel S. Pietro Terme".

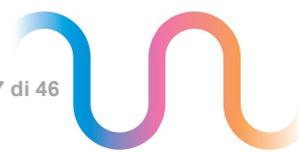
Da un punto di vista strutturale si individua una serie di strutture con andamento circa E-W che mettono a contatto queste differenti unità (Unità tettoniche Toscane s.s., Unità tettonica Sestola-Vidiciatico, Unità tettoniche Liguri). Più ad est si hanno strutture dislocative complesse ad andamento NNE-SSW riconducibili alla così detta "Linea Livorno-Sillaro" (BORTOLOTTI, 1966; BRUNI, 1973; DE JAGER, 1979; BETTELLI & PANINI, 1992b), lungo le quali le unità citate vengono a contatto nuovamente. Altra vistosa caratteristica strutturale del Foglio in esame è la presenza della grande struttura di Castiglione dei Pepoli nota da tempo come un'aticlinale nella quale affiorano le Unità tettoniche Toscane più esterne.

Le Unità tettoniche Liguri nel settore settentrionale del Foglio costituiscono una coltre continua, mentre nel settore meridionale esse affiorano sottoforma di klippen, sovrapposte alle Unità tettoniche Toscane o ad esse giustapposte da dislocazioni ad alto angolo connesse alla tettonica più recente. Le Unità tettoniche Liguri sono rappresentate dalle seguenti unità: Unità tettonica Monghidoro, Unità tettonica Leo e Unità tettonica Morello. L'Unità tettonica Leo è a sua volta suddivisa in Sottunità tettonica Camugnano e Sottunità tettonica di base. I rapporti tra le formazioni all'interno di ciascuna unità, pur presentandosi spesso di natura tettonica, è presumibile che fossero stati originariamente di natura stratigrafica o sono stati osservati come tali in altre aree dell'Appennino settentrionale.

Le Unità tettoniche Toscane sono rappresentate da due unità tettoniche principali, l'Unità tettonica Sestola-Vidiciatico e l'Unità tettonica Cervarola, quest'ultima suddivisa al suo interno in quattro sottunità tettoniche separate tra loro da superfici di sovrascorrimento: Sottunità tettonica Acquerino, Sottunità tettonica T. Carigiola, Sottunità tettonica Granaglione e Sottunità tettonica Castiglione dei Pepoli.

In discordanza sulle Unità tettoniche Liguri (prevalentemente sull'Unità tettonica Monghidoro) si sono depositi i terreni appartenenti alla Successione epiligure, affioranti molto limitatamente nella porzione nord-occidentale di questo Foglio e attualmente anch'essi in contatto prevalentemente tettonico (attraverso faglie ad alto angolo) con le Unità tettoniche Liguri.

Nel settore sud-orientale del Foglio affiorano infine i terreni continentali appartenenti alla Successione del Mugello, depositi in discordanza sia sull'Unità tettonica Cervarola sia sull'Unità tettonica Morello. Alla Successione neogenico-quaderna-ria del margine padano-adriatico sono invece stati attribuiti i depositi terrazzati presenti lungo le più importanti aste vallive del settore emiliano. I rapporti tra le varie unità tettoniche, evidenziate nel Foglio e nello schema tettonico allegato, sono piuttosto complessi poiché siamo in presenza

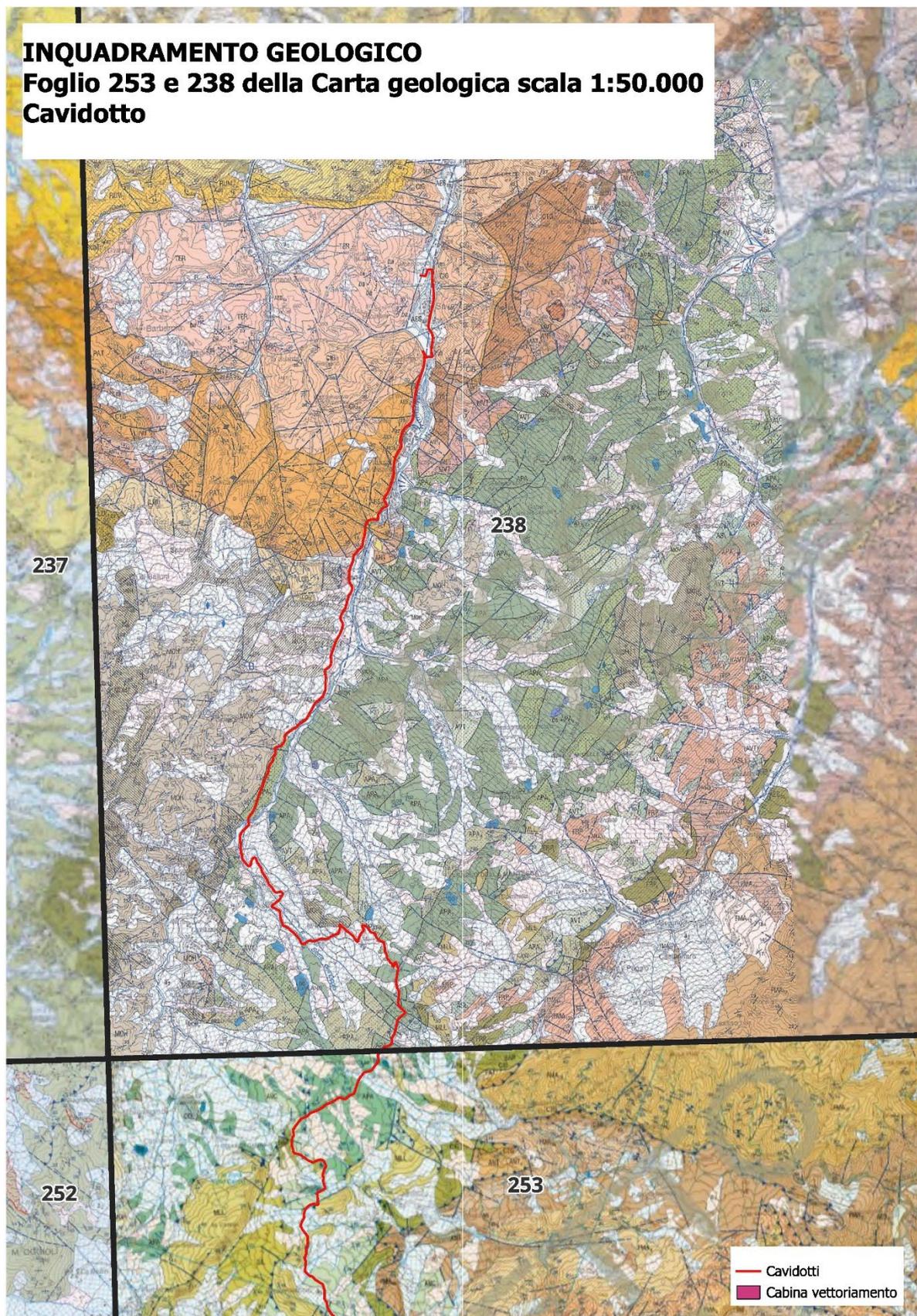


di terreni che hanno avuto una storia deformativa lunga ed articolata durante la strutturazione della catena appenninica, dalla "fase ligure" o da altre più precoci, alla tettonica più recente, quaternaria.

Si illustrano di seguito inquadramenti di dettaglio dell'area di impianto sulla carta geologica.



Inquadramento impianto su carta geologica 1: 50.000 Foglio 253



Inquadramento cavidotto su carta geologica 1: 50.000 Foglio 253 e Foglio 238



LEGENDA CARTA GEOLOGICA (FOGLIO 253 della carta geologica in scala 1:50.000)

D E P O S I T I C O N T I N E N T A L I

DEPOSITI DI VERSANTE

 **a1** **Frane in evoluzione**
 Depositi detritici caotici di litotipi eterogenei ed eterometrici, talvolta monogenici, in matrice prevalentemente limoso-sabbiosa, accumulati per gravità, con evidenze di movimenti in atto o recenti.
OLOCENE ATTUALE

 **a2** **Frane senza indizi di evoluzione**
 Depositi detritici caotici sia eterogenei che monogenici, in matrice limoso-sabbiosa, accumulati per gravità, privi di evidenze di movimenti recenti.
PLEISTOCENE SUP-OLOCENE

 **a3** **Detriti di versante s.l.**
 Depositi detritici eterogenei ed eterometrici accumulati lungo i versanti per gravità e ruscellamento.
PLEISTOCENE MEDIO-OLOCENE

 **a4** **Coltri eluvio-colluviali**
 Depositi detritici di materiale generalmente fine, per alterazione in posto del substrato, talora accumulato e selezionato dal ruscellamento.
PLEISTOCENE MEDIO-OLOCENE

 **a6** **Detrito di falda**
 Depositi eterogenei ed eterometrici, per lo più costituiti da frammenti litoidi spigolosi, talora anche a grossi blocchi, generalmente privi di matrice, accumulati per gravità alla base di scarpate e lungo i versanti più acclivi.
OLOCENE

 **BAP** **BRECCIE ARGILLOSE POLIGENICHE**
 Mélange costituito da prevalenti argille e argilliti molto deformate, con foliazione e assetto caotico, inglobanti clasti argillitici di dimensione millimetrica e calcari micritici, di età cretaceo-eocenica, grigi, di dimensioni centimetriche e decimetriche, raramente metriche. Occasionalmente sono anche presenti clasti decimetrici di siltiti, areniti e marne calcaree. Rari inclusi di breccie ad elementi ofiolitici. Sono presenti, come inclusi, lembi cartografabili di successione epiligure. Potenza geometrica valutabile in alcune centinaia di metri. In contatto stratigrafico, talora tettonico, con MMA, BGN e SUV; in contatto tettonico con APA, MLL, AVC, CIG, CTG, ANT, TCG₁, CDP₂, FMA. **EOCENE MEDIO-MIOCENE MEDIO**

 **AVC** **UNITÀ ARGILLOSO-CALCAREA**
 Argilliti, talora marnose, in bande verdi, grigie e nerastre al taglio fresco e nocciola in superficie alterata, in strati sottili con intercalate calcilutiti grigie e siltiti e areniti torbiditiche sottili. Rapporto argilla/calcareo > 1 o >> 1. Sono presenti inclusi cartografabili di successioni arenaceo-pelitiche con strati da sottili a spessi (ar) di età incerta, limitati da contatti meccanici. Foliazione estremamente pervasiva nelle argilliti, i livelli più competenti si presentano sottoforma di *boudins* e cerniere sradicate. Potenza geometrica valutabile in alcune centinaia di metri. In contatto tettonico con APA, MLL, SIL, BAP, MMA, ANT, SUV, TCG₁, CDP₂ e FMA; presente come inclusi in vs. **ALBIANO-EOCENE INF.**

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

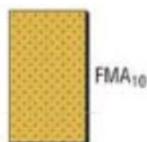
FORMAZIONE MARNOSO-ARENACEA ROMAGNOLA (FMA)

Formazione torbiditica arenaceo-pelitica con A/P e spessore degli strati variabile. Le arenarie presentano frequentemente paleocorrenti da ONO/NO, subordinatamente da ESE/SE. Le areniti provenienti da ONO/NO hanno composizione quarzoso-feldspatica e litica; le areniti provenienti da ESE/SE hanno composizione ibrida o calcarenitica. Le peliti sono grigie e laminate; nelle successioni meno arenacee, al tetto dello strato, si osservano frequentemente marne emipelagiche. Formazione distinta in membri e litofacies, con passaggi gradualmente parzialmente eteropici. Base e tetto stratigrafici non affioranti. In contatto tettonico con TCG₁, BAP, CIG, CTG, ANT, AVC, BGN, MMA e SUV. Potenza complessiva affiorante oltre 3000 m.

 **FMA₁₂** **Membro di Castel del Rio**
 Strati spessi e banchi, subordinatamente medi e sottili; A/P > 3, talora > 10, con strati amalgamati; sono presenti intervalli decametrici più pelitici con A/P < 3, fino a 1/2; gli strati arenacei sono mal strutturati, ricchi di *clay chips* pelitici e talora contengono frammenti di calcari extraformazionali. Spessore affiorante superiore ai 500 m.
TORTONIANO MEDIO-SUP.

 **FMA₁₁** **Membro di Modigliana**
 Strati medi e sottili, subordinatamente spessi, tabulari e subordinate emipelagiti; 1/5 < A/P < 1/2; sono presenti intervalli, potenti da 5 a 15 m, di strati arenacei molto spessi, con A/P ≥ 3 fino a 10. Spessore di circa 200 m.
TORTONIANO INF.-MEDIO





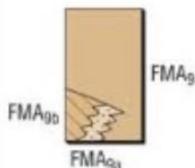
Membro di Dovadola

Strati tabulari medi e sottili, subordinatamente spessi e molto spessi; $1/2 < A/P < 2/1$; sono presenti intervalli, non sempre cartografabili, di strati molto spessi arenacei con $A/P \geq 3$ fino a 10. Presente un corpo più pelitico non cartografabile caratterizzato da strati sottili e medi e $1/3 < A/P < 1/2$. Spessore superiore ai 250 m.
TORTONIANO INF.

Membro di Civitella

Strati tabulari da sottili a molto spessi; $A/P = 1/2$ con tendenza ad aumentare verso l'alto; rare le emipelagiti. Si intercalano con regolarità associazioni di strati arenacei spessi e molto spessi, talora amalgamati o separati da intervalli medi e sottili di pelite con $A/P \geq 6/1$. Localmente sono presenti intervalli di decine di metri con $A/P < 1/3$. Spessore superiore ai 550 m. **SERRAVALLIANO SUP. TERMINALE-TORTONIANO INF.**

Nell'area nord-occidentale del foglio, alla base del membro, sono state distinte le seguenti litofacies:



litofacies arenacea di Peglio (FMA_{9b})

Strati da spessi a molto spessi, subordinatamente medi e sottili, con $A/P > 3$ fino ad oltre 10, con strati amalgamati; si inseriscono intervalli di strati decametrici più pelitici con $A/P < 3$, fino a 1/2, non cartografabili per la forte eteropia laterale e le rapide riduzioni di spessore. Gli strati arenacei sono mal strutturati, ricchi di *clay chips* pelitici e talora contenenti frammenti di calcari extraformazionali, con geometria lenticolare. Potenza massima di circa 100 m.

litofacies pelitico-arenacea di Castelvecchio (FMA_{9a})

Strati medi e sottili, subordinatamente spessi e molto spessi, con $A/P < 1$, talora = 1/3, verso il basso diminuisce fino a 1/6; le areniti si presentano talora mal cementate e con geometria talora lenticolare; sono presenti Lucine; si inseriscono intervalli decametrici di strati arenacei amalgamati e $A/P > 3$, fino a 10, con rapide chiusure laterali, equivalenti a FMA_{9b}. Nella parte inferiore compaiono strati medi di argille marnoso-siltose o sabbiose grigio scure e verdastre con foraminiferi rimaneggiati. Potenza massima di 250 m.

UNITÀ TETTONICA MONTE MORELLO

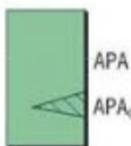


FORMAZIONE DI MONTE MORELLO

Torbiditi calcareo-marnose costituite da una porzione basale a grana prevalentemente finissima o fine grigio-biancastra passante a calcilutiti marnose e a marne grigio chiare. Strati di spessore da medio a molto spesso. Potenza di circa 200 m. In contatto tettonico con APA, SIL, AVC, BAP, ARB, ACC, AQR₁ e MVV.
EOCENE INF.-MEDIO

UNITÀ TETTONICA LEO

ARGILLE A PALOMBINI



Torbiditi argilloso-calcaree costituite da argilliti grigio-scure e grigio-azzurrognole con intervalli gradati medi e spessi di calcilutiti grigie, biancastre, silicizzate, talora con base arenitica media. Subordinati intervalli di alternanze torbiditiche pelitico-arenacee in strati sottili e sottilissimi. Sviluppo di foliazione nella frazione argillitica e *boudinage* degli strati più competenti. E' stata distinta una litofacies a calcari e arenarie (APAc) costituita da calcilutiti e calcareniti beige o grigio chiaro in strati da sottili a spessi alternati a marne e marne siltose con fucoidi e da arenarie di spessore da molto sottile a medio, di colore marroncino, gradate, talora con palaeodiction e noduli ferrosi ossidati o pirritici alla base. Sono inoltre presenti subordinate emipelagiti marnoso-calcaree chiare. Spessore di circa 150 m. In contatto tettonico con MOH, MLL, AVC e BAP.
CRETACEO INF.-TURONIANO

LEGENDA CARTA GEOLOGICA (FOGLIO 238 della carta geologica in scala 1:50.000)

**DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI
 PRIVI DI UNA FORMALE CONNOTAZIONE STRATIGRAFICA**

-  **b₁ Depositi alluvionali in evoluzione**
Sabbie, ghiaie, blocchi e subordinati limi.
-  **a₁ Frane in evoluzione**
Accumuli gravitativi con evidenze di movimenti in atto o recenti, dati da blocchi litici in matrice pelitica, a tessitura caotica.
-  **a₂ Frane quiescenti**
Accumuli gravitativi apparentemente assestati, dati da blocchi litici in matrice pelitica, a tessitura caotica.
-  **a₄ Depositi di versante e depositi eluvio-colluviali**
Coperture detritiche con matrice pelitica, prodotte da alterazione "in situ" e/o accumulati per ruscellamento.
-  **a₆ Detriti di falda**
Depositi dati da blocchi litici eterometrici accumulati al piede di pareti rocciose.



SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE



AES

Ghiaie, sabbie, limi ed argille di piana intravalliva, di conoide e di piana alluvionale. Sintema parzialmente suddiviso in subsintemi (AES_{4g}) limitati, in affioramento, da scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli. In alcuni settori di interfiumo l'unità è indistinta, qui essa è caratterizzata da limi sabbiosi o sabbie limose, con rari livelli ghiaiosi. L'ambiente di sedimentazione è di conoide alluvionale. Al tetto sono presenti suoli non calcarei di colore bruno giallastro. Sulla superficie topografica sono presenti manufatti litici di età paleolitica inferiore sia in posto che rimaneggiati. Lo spessore aumenta da sud verso nord da pochi metri sino ad alcune decine di metri. Limite inferiore erosivo e discordante sui depositi marini di età precedente. Spessore massimo in pianura di circa 100 metri.
PLEISTOCENE MEDIO-OLOCENE (per posizione stratigrafica)

UNITÀ TOSCANE

UNITÀ TETTONICA SESTOLA-VIDICIATICO



CIG

FORMAZIONE DI CIGARELLO

Marne e marne argilloso-siltose grigie e grigio-azzurre omogenee a frattura scheggiata, bioturbate, con rari strati arenacei giallastri o marroni (grigi alla frattura fresca), sottili e medi. Sono presenti livelli ricchi di microfossili. Spessore massimo inferiore a 100 m. Limite inferiore netto su PAT; in contatto tettonico con BAP, SUV e FMA.
LANGHIANO-SERRAVALLIANO SUP.

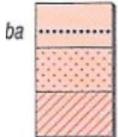


PAT

FORMAZIONE DI PANTANO

Alternanza di prevalenti arenarie siltose fini e finissime, grigie (marroncine se alterate), e subordinate peliti marnose grigio-chiare; stratificazione media o spessa, generalmente poco evidente per bioturbazione. Potenza massima di alcune decine di m. Limite inferiore netto su CTG; limite superiore netto con CIG.
BURDIGALIANO TERMINALE-LANGHIANO

"SUCCESIONE EPILIGURE"



TER

FORMAZIONE DEL TERMINA

Peliti argillose grigio-scure, fossilifere (Lamellibranchi, Gasteropodi, Echinidi pirittizzati) recanti livelli di concrezioni diagenetiche (ba). Distinta la litofacies TER_c, a breccie argillose poligeniche e TER_g, a glauconoareniti. Potenza massima di circa 350 m. Contatto inferiore in discontinuità su CIG. Sedimentazione di piattaforma esterna e scarpata, con locali condizioni anossiche.
TORTONIANO-MESSINIANO?



CIG

FORMAZIONE DI CIGARELLO

Marne siltose grigie, bioturbate e fossilifere, arenarie medio-fini; alternanze arenaceo-pelitiche (A/P maggiore o uguale a 1/1), distinte nella litofacies CIG_c; corpi lenticolari arenacei intercalati, differenziati nel membro di Monterenzio. Potenza di circa 500 m. Contatto in discontinuità su CTG, limite inferiore graduale rapido, o in discontinuità su PAT. Sedimentazione in piattaforma esterna e scarpata.
LANGHIANO-TORTONIANO



MOH_a

FORMAZIONE DI MONGHIDORO

Strati medi e banchi arenaceo-pelitici (A/P variabile da 2/1 a 1/2) alternati ad argilliti nerastre. Distinte le litofacies: MOH_a, strati da sottili a spessi arenaceo-pelitici (A/P variabile da 2/1 a 3/1); MOH_b, strati sottili pelitico-arenacei, A/P variabile da 1/3 a 1/4; MOH_c, banchi plurimetri di marne calcaree separati da spessori decametrici di strati arenaceo-pelitici (A/P variabile da 1/1 a 1/2). Potenza di 500-600 m. Contatti ovunque tettonici. Sedimentazione in bacino torbido.

MOH_b

MOH_c

MAASTRICHTIANO-THANETIANO



APA_b

ARGILLE A PALOMBINI

Argilliti tettonizzate grigie o varicolorate recanti blocchi budinati, eterometrici, di calcilutiti biancastre. Distinte le litofacies: APA_b, argilliti varicolorate tipo AVT, recanti blocchi budinati pluridecimetri di calcilutiti biancastre; APA_c, a calcilutiti e calcareniti, recante corpi eterometrici di breccie ofiolitiche (bo) e diaspri (ds) e livelli tettonizzati di breccie argillose poligeniche; APA_d, marne siltose, siltiti argillose fissili verde-oliva con rari blocchi budinati di calcilutiti. Contatti ovunque tettonici. Potenza geometrica di varie centinaia di metri. Sedimentazione pelagica, con apporti di fanghi carbonatici risedimentati.
APTIANO-TURONIANO

APA_c

bo

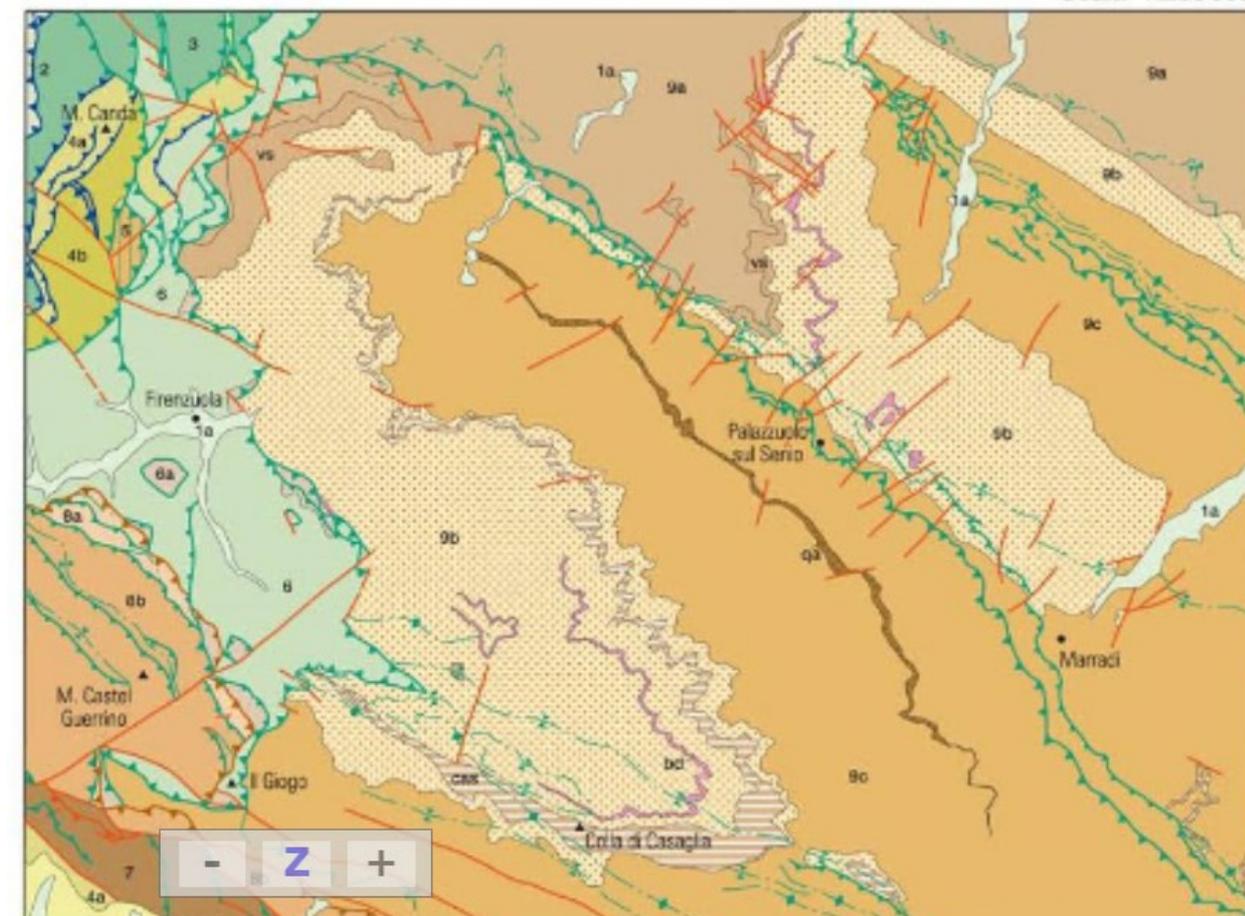
ds

APA_d

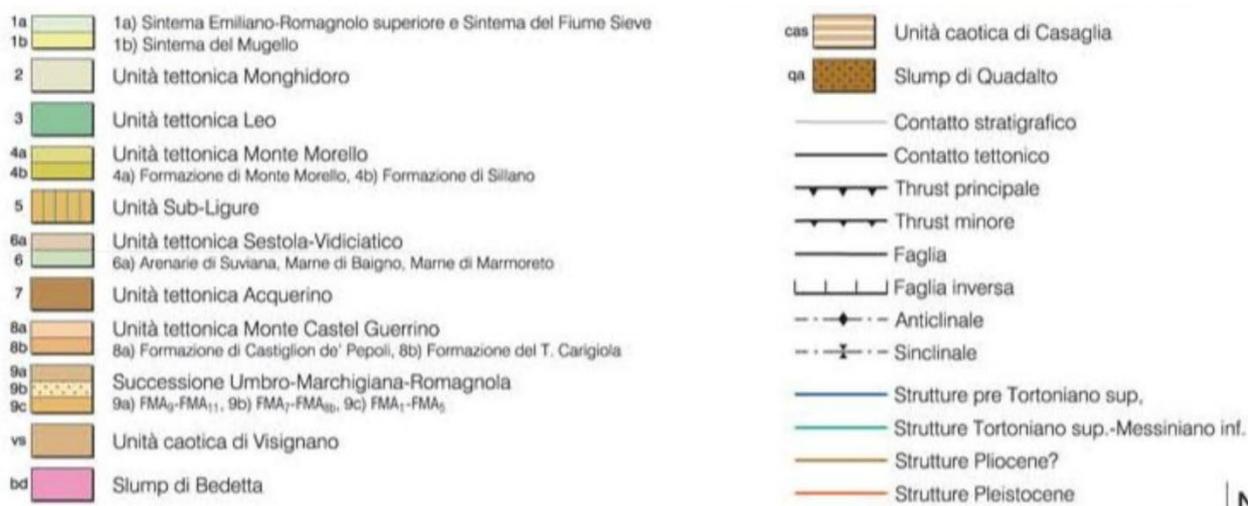


SCHEMA TETTONICO-STRUTTURALE

Scala 1:200000



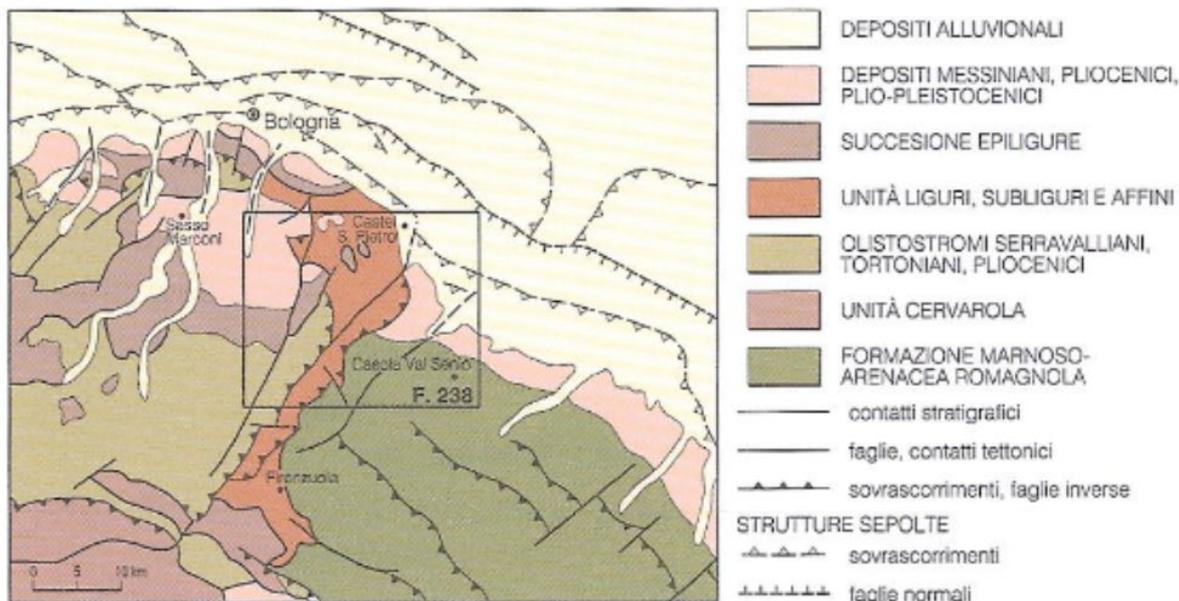
Schema tettonico-strutturale Foglio 253



Legenda Schema Tettonico strutturale Foglio 253



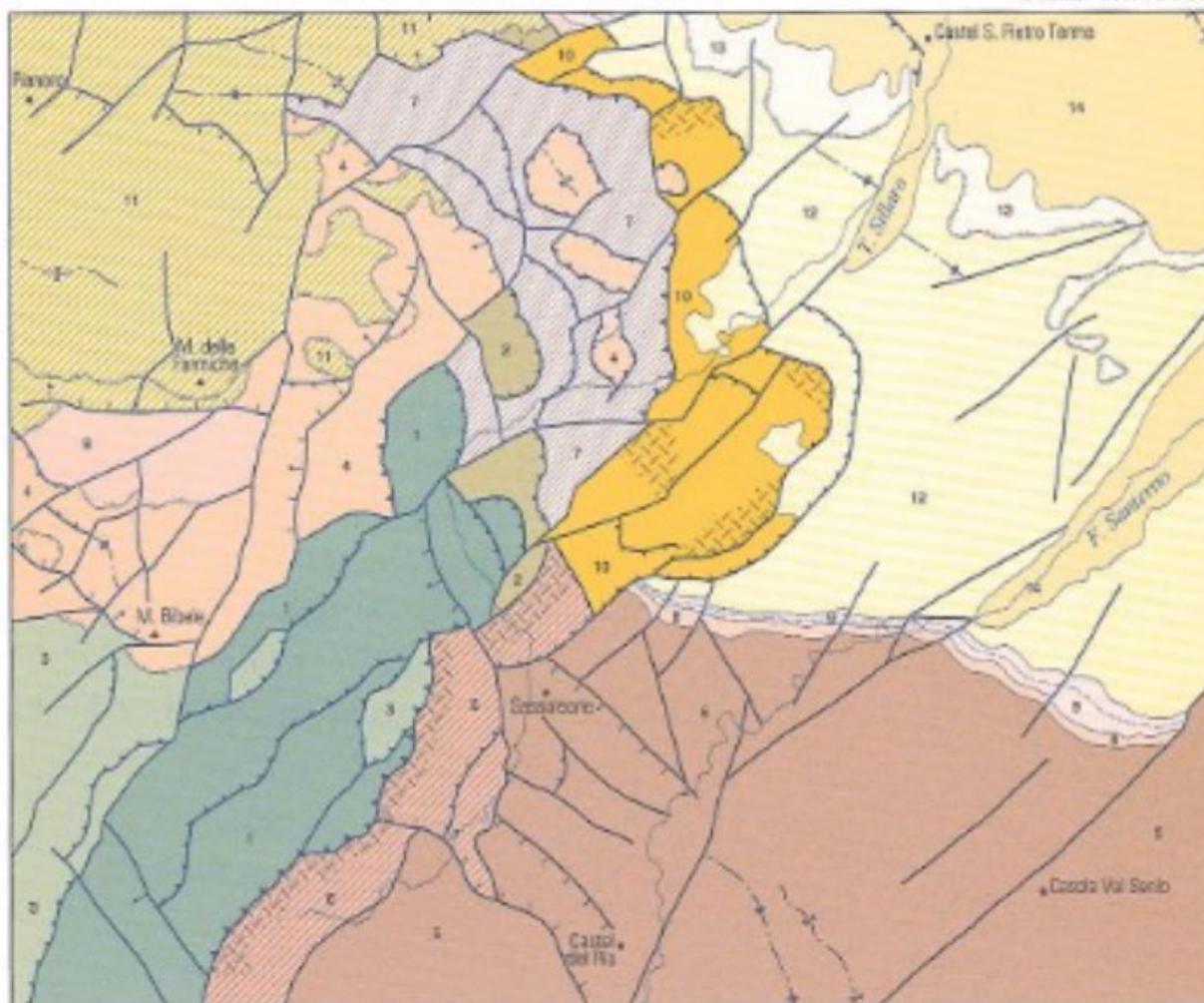
SCHEMA DI INQUADRAMENTO REGIONALE



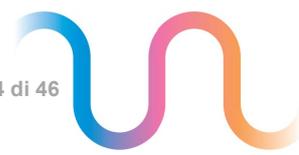
Schema di Inquadramento Regionale Foglio 238

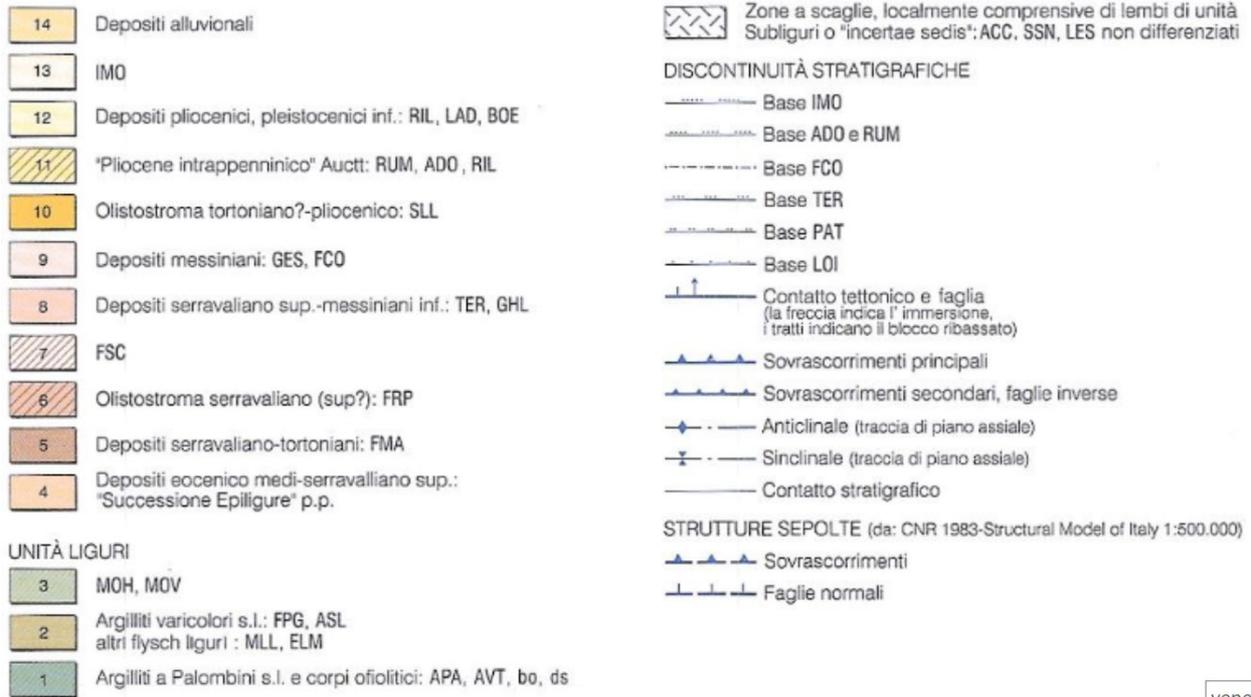
SCHEMA TETTONICO-STRUTTURALE

Scala 1:200000



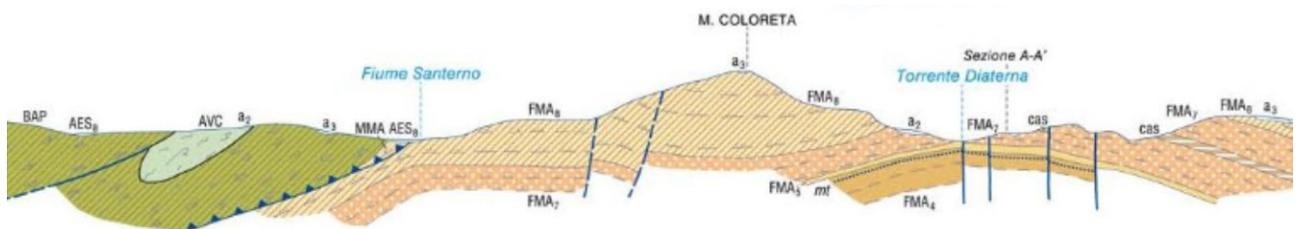
Schema Tettonico strutturale Foglio 238



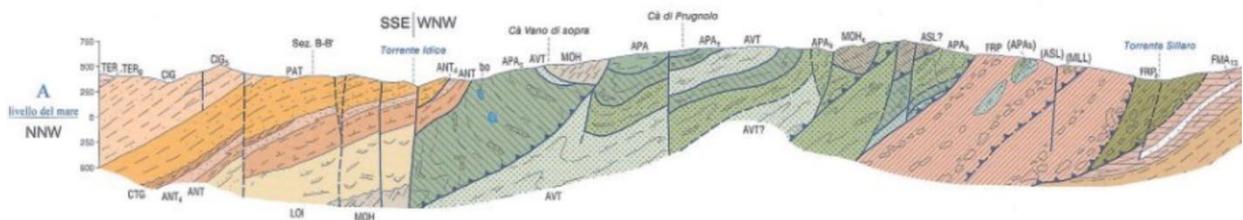


Legenda Schema Tettonico strutturale Foglio 238

SEZIONE GEOLOGICA Foglio 253



SEZIONE GEOLOGICA Foglio 238



Gli aerogeneratori FRZ1, FRZ2, FRZ4, FRZ7, FRZ8 e FRZ12 insistono su terreni appartenenti alla Formazione delle BRECCE ARGILLOSE POLIGENICHE (BAP) costituiti da argille e argilliti molto deformate con assetto caotico, la foliazione è molto accentuata, inglobanti clasti argillitici di piccole dimensioni e calcari micritici di colore grigiastro. Occasionalmente sono anche presenti clasti decimetrici di siltiti areniti e marne calcaree, la potenza è dell'ordine di centinaia di metri .

Gli aerogeneratori FRZ3 e FRZ6 insistono su terreni appartenenti alla UNITÀ ARGILLOSA CALCAREARA (AVC) costituiti da argilliti, talora marnose, in bande verdi, grigie e nerastre in strati sottili con intercalate calcilutiti grigie, siltiti e areniti torbiditiche sottili, la foliazione è estremamente pervasiva nelle argilliti, la potenza è dell'ordine di centinaia di metri.

L'aerogeneratore FRZ5 insiste su terreni appartenenti alla FORMAZIONE MARNOSA-ARENACEA ROMAGNOLA (FMA) costituiti da torbiditi arenaceo-pelitiche. Le areniti presentano frequentemente una composizione quarzosa feldspatica e litica. Le peliti sono grigie e laminate, al tetto dello strato si osservano frequentemente degli strati di marne dello stesso colore. Potenza complessiva affiorante oltre 300 metri.

Gli aerogeneratori FRZ9, FZR10 e FRZ11 insistono su terreni appartenenti ai DEPOSITI di VERSANTE (a₂) costituiti da depositi detritici caotici eterogenei ed etero metrici in matrice prevalentemente limoso-sabbiosa, accumulati per gravità privi di movimenti recenti.

Il cavidotto esterno interessa soprattutto il foglio 238, inizia con l'impegnare depositi detritici caotici eterogenei in matrice limoso-sabbiosa accumulati per gravità (a₂), passa successivamente su terreni appartenenti alla UNITÀ ARGILLOSA CALCAREA (AVC) costituiti da argilliti, talora marnose, in bande verdi, grigie e nerastre in strati sottili con intercalate calcilutiti grigie, siltiti e areniti torbiditiche sottili, la foliazione è estremamente pervasiva nelle argilliti, la potenza è dell'ordine di centinaia di metri, attraversa, per un breve tratto, terreni appartenenti al detrito di falda (a₆), per ripassare sull' UNITA' ARGILLOSA CALCAREA (AVC), riattraversa i depositi detritici caotici (a₂), poi attraversa terreni appartenenti alla FORMAZIONE DI MONTE MORELLO (MLL), costituiti da torbiditi calcareo-marnose, riattraversa di nuovo i depositi detritici caotici (a₂), ripassa sull' UNITÀ ARGILLOSA CALCAREA (AVC) e sui depositi detritici caotici (a₂), attraversa di nuovo i terreni appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL) per ripassare, per un breve tratto, sull' UNITÀ ARGILLOSA CALCAREA (AVC), successivamente attraversa terreni appartenenti alla Formazione delle ARGILLE A PALOMBINI (APA) costituite da argille grigio scure e calcilutiti grigio-biancastre, poi per un lungo tratto, attraversa di nuovo i depositi detritici caotici (a₂), attraversa di nuovo terreni appartenenti alla Formazione delle ARGILLE A PALOMBINI nella litofacies (APA_b) argilliti grigie e varicolori, poi per un altro lunghissimo tratto attraversa di nuovo i depositi detritici caotici (a₂), poi passa su terreni appartenenti alla FORMAZIONE DEL PANTANO (PAT) costituita da alternanza di arenarie fini e finissime, successivamente attraversa terreni appartenenti alla FORMAZIONE DEL CIGARELLO (CIG) costituita da marne siltose grigie, per terminare nel comune di Monterenzio (BO), sui depositi detritici caotici (a₂).

3.4 CAVIDOTTO: INTERFERENZE ED INTERAZIONI

L'opera in progetto è destinata alla produzione di energia elettrica da fonte eolica; pertanto, le principali interazioni con le reti esistenti riguardano l'immissione dell'energia prodotta nella Rete di Trasmissione Nazionale gestita da Terna Spa.

Come da STMG (Codice Pratica: 202302798) fornita da Terna con nota del 03/07/2023 prot. P20230068871 è previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) 380/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla direttrice "Calenzano - S. Benedetto del Querceto – Colunga", previa realizzazione dell'intervento 302-P previsto dal Piano di Sviluppo di Terna.



I cavidotti a 36 kV di collegamento tra aerogeneratori e dagli aerogeneratori alla sottostazione saranno tutti interrati ed avranno uno sviluppo lineare complessivo di 60 km circa. Il percorso del cavidotto sarà in gran parte su strade non asfaltate esistenti, in parte su strade provinciali asfaltate ed in parte su terreni agricoli. La profondità di interramento sarà compresa tra 1,50 e 2,0 m.

La progettazione di detta stazione è in corso nell'ambito di uno specifico tavolo tecnico indetto da TERNA con capofila una diversa società, proponente di un altro impianto per la produzione di energia da fonte rinnovabile. Ad oggi è stata definita una proposta progettuale nel territorio comunale di Monterenzio (BO). Appena sarà univocamente individuato il sito per la realizzazione della SE, sarà cura della presente Società procedere all'aggiornamento dello studio e dei relativi elaborati progettuali.

Si rimanda all'allegato *R.11* per la visualizzazione dello schema unifilare completo, comprensivo del sistema di accumulo.



4 PROFILO PRESTAZIONALE DEL PROGETTO

4.1 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un “Parco Eolico” costituito da n. 12 aerogeneratori, installati su altrettante torri tubolari in acciaio e mossi da rotori a tre pale. I generatori che si prevede di utilizzare avranno potenza nominale di 4,5 MW; si avrà pertanto una capacità produttiva complessiva massima di 54,0 MW, da immettere sulla Rete di Trasmissione Nazionale.

4.1.1 Aerogeneratori

Le turbine in progetto saranno montate su torri tubolari di altezza (base-mozzo) pari a 150 m, con rotori a 3 pale e aventi diametro massimo di 163 m. La colorazione della torre tubolare e delle pale del rotore sarà bianca e non riflettente. Le pale degli aerogeneratori, inoltre, saranno colorate a bande orizzontali bianche e rosse, allo scopo di facilitarne la visione diurna e tutti gli aerogeneratori saranno dotati di luce rossa fissa di media intensità per la segnalazione notturna, omologate ICAO, e comunque con le caratteristiche che saranno indicate dall’Ente Nazionale per l’Aviazione Civile (ENAC).

DATI OPERATIVI	
Potenza nominale	4.5 MW
Velocità del vento al cut-in:	3 m/s
Velocità del vento al cut-out:	24 m/s
Classe del vento	IEC IIIB
Minima temperatura ambiente durante il funzionamento	-30°C
Massima temperatura ambiente durante il funzionamento	+45°C
SUONO	
Velocità di 7 m/s	104.2 dB(A)
Velocità di 8 m/s	107.3 dB(A)
Velocità di 10 m/s	108.4 dB(A)
Al 95% della potenza nominale	108.4 dB(A)
ROTORE	
Diametro	163 m
N° pale	3
Area spazzata	20.867 m ²
Frequenza	50 Hz/60 Hz
Tipo convertitore	full scale converter
Tipo generatore	Asincrono, DFIG
Regolazione di velocità	Pitch regulated con velocità variabile
TORRE	
Tipo	Torre tubolare
Altezza mozzo	150 m
PALA	
Lunghezza	80.1
Profilo alare massimo	4.3 m



Il posizionamento degli aerogeneratori nell'area di progetto è tale da evitare il cosiddetto effetto selva. La distanza minima tra aerogeneratori su una stessa fila è superiore a 3d (516 m), mentre la distanza tra aerogeneratori su file diverse è superiore a 5d (860 m).

4.1.2 Coordinate Aerogeneratori

Si riportano, di seguito, le coordinate degli aerogeneratori di progetto nel sistema di riferimento UTM WGS84 Fuso 32:

WTG	COORDINATE UTM WGS 84-FUSO 32	
	EST	NORD
FRZ1	691555,34	4882469,61
FRZ2	692079,12	4882364,50
FRZ3	692069,89	4885287,65
FRZ4	693502,15	4884462,49
FRZ5	693488,85	4885387,84
FRZ6	688498,93	4889463,54
FRZ7	688998,48	4889510,35
FRZ8	689069,26	4890497,10
FRZ9	689563,87	4890479,62
FRZ10	689121,39	4891040,57
FRZ11	689005,39	4892286,00
FRZ12	689475,34	4892138,88

4.1.3 Fondazioni

La realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori deve essere preceduta da uno scavo di sbancamento per raggiungere le quote delle fondazioni definite in progetto, dal successivo compattamento del fondo dello scavo e dall'esecuzione degli eventuali rilevati da eseguire con materiale proveniente dagli scavi opportunamente vagliato ed esente da argilla.

I plinti di fondazione saranno circolari con diametro di 29 m e profondità di 3,00 m circa dal piano campagna, con 16 pali di fondazione del diametro di 1,2 m e lunghezza pari a 25,00 m.

Le fondazioni saranno progettate sulla base di puntuali indagini geotecniche per ciascuna torre, saranno realizzate in c.a., con la definizione di un'armatura in ferro che terrà conto di carichi e sollecitazioni in riferimento al sistema fondazione suolo ed al regime di vento misurato sul sito.

La progettazione strutturale esecutiva sarà riferita ai plinti di fondazione del complesso torre tubolare – aerogeneratore.

Partendo dalle puntuali indagini geologiche effettuate, essa verrà redatta secondo i dettami e le prescrizioni riportate nelle "D.M. 17 gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni", che terminato il periodo transitorio è entrato definitivamente in vigore il 1° luglio 2009.

In linea con la filosofia di detto testo normativo, le procedure di calcolo e di verifica delle strutture, nonché le regole di progettazione che saranno seguite nella fase esecutiva, seguiranno i seguenti indirizzi:

- mantenimento del criterio prestazionale;
- coerenza con gli indirizzi normativi a livello comunitario, sempre nel rispetto delle esigenze di sicurezza del Paese e, in particolare, coerenza di formato con gli Eurocodici, norme europee EN ormai ampiamente diffuse;



- approfondimento degli aspetti connessi alla presenza delle azioni sismiche;
- approfondimento delle prescrizioni ed indicazioni relative ai rapporti delle opere con il terreno e, in generale, agli aspetti geotecnici;
- concetto di vita nominale di progetto;
- classificazione delle varie azioni agenti sulle costruzioni, con indicazione delle diverse combinazioni delle stesse nelle le verifiche da eseguire.

Le indagini geologiche, effettuate puntualmente in corrispondenza dei punti in cui verrà realizzato il plinto di fondazione, permetteranno di definire:

- la successione stratigrafica con prelievo di campioni fino a 30 m di profondità;
- la natura degli strati rocciosi (compatti o fratturati);
- la presenza di eventuali "vuoti" colmi di materiale incoerente.

Le successive analisi di laboratorio sui campioni prelevati (uno per plinto) permetteranno di definire la capacità portante del terreno (secondo il metodo definito dalla relazione di brinch-hansen).

In sintesi, le dimensioni e le caratteristiche dei plinti di fondazione saranno definite secondo:

- il livello di sicurezza che per legge sarà definito dal progettista di concerto con il Committente;
- le indagini geognostiche;
- l'intensità sismica.

Inoltre, le strutture e gli elementi strutturali saranno progettati in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU);
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE);
- robustezza nei confronti di azioni accidentali.

Il metodo di calcolo sarà quello degli Stati Limite, con analisi sismica, la cui accelerazione di calcolo sarà quella relativa alla zona, in cui ricade l'intervento, secondo l'attuale classificazione sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 3519/2006).

In definitiva, sulla base della tipologia di terreno e dell'esperienza di fondazioni simili, ci si aspetta di avere fondazioni di tipo diretto con le seguenti caratteristiche:

Fondazioni dirette:

- Ingombro in pianta: circolare
- Forma: tronco conica
- diametro massimo 29 m
- altezza massima 2,8 m circa
- interrata, ad una profondità misurata in corrispondenza della parte più alta del plinto di circa 0,5 m (solo la parte centrale della fondazione, in corrispondenza del concio di ancoraggio in acciaio, sporgerà dal terreno per circa 5/10 cm)
- volume complessivo 1110,00 mc circa

Pali di fondazione (n. 16 per plinto):

- Ingombro in pianta: circolare a corona
- Forma: cilindrica
- diametro pali 1200 mm
- lunghezza pali 25,00 m



I principali riferimenti normativi, per i calcoli e la realizzazione dei plinti di fondazione saranno:

- D.M. 17 gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni
- Circ. Min. 11 dicembre 2009
- Legge del 05/11/1971 n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica.
- D. M. del 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.
- UNI 9858 – Calcestruzzo – Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006 e s.m.i. – Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

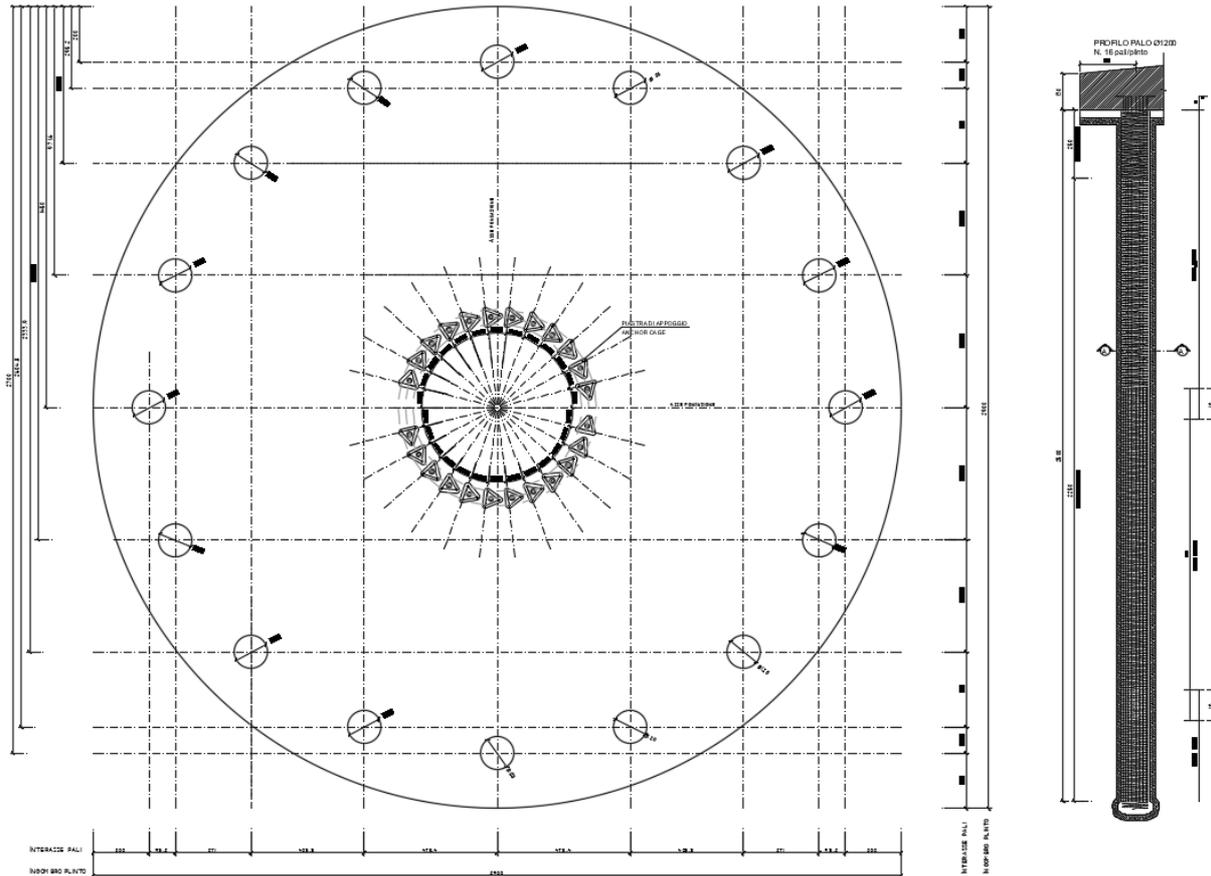
Il calcestruzzo utilizzato sarà della classe C35/40 ed acciaio classe tecnica B450C ad aderenza migliorata.

Prima del getto del magrone di livellamento della fondazione e del plinto di fondazione, saranno posizionate le tubazioni passacavi in polietilene corrugato del DN 160 mm per garantire sia i collegamenti elettrici alla rete di vettoriamento, sia al sistema di controllo e gestione (fibra ottica). Il numero di tali tubazioni sarà determinato considerando i cavi in ingresso/uscita da ogni singola torre, e considerando una tubazione di emergenza (nel caso si presentasse qualche problema durante le fasi di infilaggio e tiro dei cavi nella torre, più una tubazione in polietilene da 50 mm ad uso esclusivo della fibra ottica.

Le tubazioni per il passaggio dei cavi dovranno essere protette da schiacciamenti e ostruzioni sia durante la fase di montaggio dell'armatura, sia durante tutte le fasi dei getti.

L'impianto di messa a terra di ciascuna postazione di macchina è inglobato nella platea di fondazione, la cui armatura è collegata elettricamente mediante conduttori di rame nudo sia alla struttura metallica della torre che all'impianto equipotenziale proprio della Cabina di Macchina. Tutti gli impianti di terra sono poi resi equipotenziali mediante una corda di rame nuda interrata lungo il cavidotto che unisce le cabine.

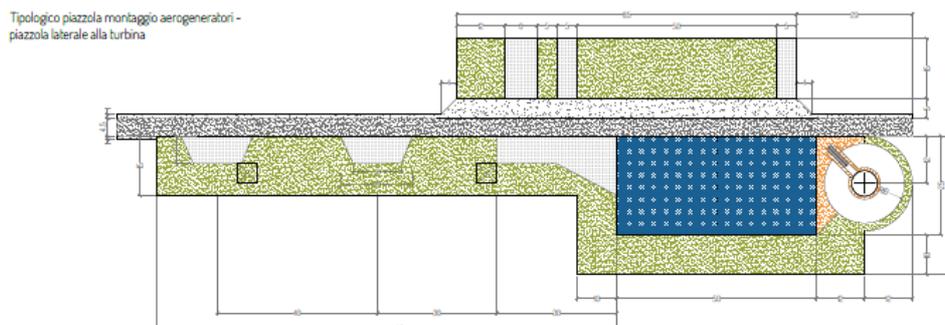


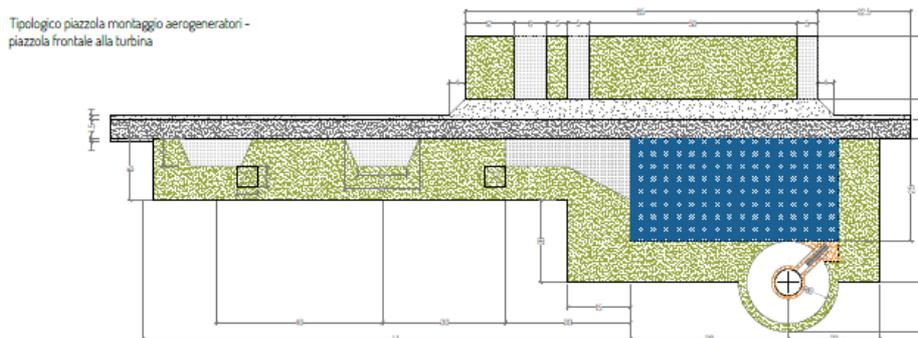


Tipico plinto di fondazione

4.1.4 Piazzole di montaggio

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore sarà realizzata una piazzola di montaggio. Attorno alla piazzola saranno allestite sia le aree per lo stoccaggio temporaneo degli elementi della torre, sia le aree necessarie per il montaggio e sollevamento della gru tralicciata. Tale opera avrà la funzione di garantire l'appoggio alle macchine di sollevamento necessarie per il montaggio della macchina e di fornire lo spazio necessario al deposito temporaneo di tutti i pezzi costituenti l'aerogeneratore stesso.





Schemi di piazzole con relative aree di montaggio gru di sollevamento e aree deposito materiali

Le caratteristiche realizzative della piazzola dovranno essere tali da consentire la planarità della superficie di appoggio ed il defluire delle acque meteoriche.

Al termine dei lavori di realizzazione del parco eolico si procederà alla rimozione delle piazzole, a meno della superficie in prossimità della torre, che sarà utilizzata per tutto il periodo di esercizio dell'impianto; le aree saranno oggetto di ripristino mediante rimozione del materiale utilizzato e la ricostituzione dello strato di terreno vegetale rimosso.

4.1.5 Trincee e cavidotti

Gli scavi a sezione ristretta necessari per la posa dei cavi (trincee) avranno ampiezza variabile in relazione al numero di terne di cavi che dovranno essere posate (fino ad un massimo di 90 cm e profondità di 2,0 m).

I cavidotti saranno segnalati in superficie da appositi cartelli, da cui si potrà evincere il loro percorso. Il percorso sarà ottimizzato in termini di impatto ambientale, intendendo con questo che i cavidotti saranno realizzati per quanto più possibile al lato di strade esistenti ovvero delle piste di nuova realizzazione.

Dette linee in cavo a 36 kV permetteranno di convogliare tutta l'energia prodotta dagli aerogeneratori alla Rete di Trasmissione Nazionale come meglio descritto nel successivo paragrafo 4.1.6.

Tutti gli impianti in bassa media e alta tensione saranno realizzati secondo le prescrizioni delle norme CEI applicabili, con particolare riferimento alla scelta dei componenti della disposizione circuitale, degli schemi elettrici, della sicurezza di esercizio.

Le modalità di connessione saranno conformi alle disposizioni tecniche emanate dall'autorità per l'energia elettrica e il gas (delibera ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008 – Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica - TICA), e in completo accordo con le disposizioni tecniche definite nell'Allegato A (CEI 0-16) della delibera ARG/elt 33/08).

4.1.6 Sistema di Accumulo Electrochimico di Energia

La tecnologia più promettente, per le applicazioni di accumulo distribuito di taglia medio-grande, è quella delle batterie agli ioni di litio che presenta una vita attesa molto lunga (fino a 5000 cicli di carica/ scarica a DOD 80%), un rendimento energetico significativamente alto (generalmente superiore al 90%) con elevata energia specifica. Esse sono adatte ad applicazioni di potenza, sia tradizionali, sia quelle a supporto del sistema elettrico. Le caratteristiche delle batterie litio-ioni in termini di prestazioni relative alla potenza specifica, energia specifica, efficienza e durata, rendono queste tecnologie di accumulo particolarmente interessanti per le applicazioni "in potenza" e per il settore dell'automotive.

Nel caso specifico saranno utilizzati accumulatori a ioni di litio (LFP: litio-ferro-fosfatato) che permettono di ottenere elevate potenze specifiche in rapporto alla capacità nominale.



Le batterie sono alloggiare all'interno di container e sono raggruppate in stringhe. Le stringhe vengono messe in parallelo e associate a ciascun PCS (Power Conversion System) attraverso un Box di parallelo che consente l'interfaccia con il PCS.

Le batterie sono di tipo ermetico e sono in grado di resistere, ad involucro integro, a sollecitazioni termiche elevate ed alla fiamma diretta. Esse non costituiscono aggravio al carico di incendio.

Di seguito si riportano i dati della singola cella:



Battery Pack		
General		
Model	LUNA2000-2.0MWH-1H0	LUNA2000-2.0MWH-2H1
Cell Material	LFP	LFP
Pack Configuration	16S 1P	18S 1P
Rated Voltage	51.2 V	57.6 V
Nominal Capacity	320 Ah / 16.38 kWh	280 Ah / 16.13 kWh
Supported Charge & Discharge Rate	≤ 1 C	≤ 0.5 C
Weight	≤ 140 kg	≤ 140 kg
Dimensions (W x H x D)	442 x 307 x 660 mm	442 x 307 x 660 mm

Le celle sono collegate in serie (16 oppure 18) per raggiungere la tensione massima in corrente continua al PCS (inverter bidirezionali CC/CA) e parallelati per raggiungere la potenza e la capacità di progetto (2 MWh per Container).

L'impianto di accumulo sarà costituito da 36 Container Batteria ognuno di capacità pari a 2 MWh, disposti ed assemblati per dare una potenza complessiva pari a 18 MW. Nel particolare, si formeranno tre piazzole, ciascuna composta da 1 trasformatore da 6,8 MVA e 6 PCS formati ognuno da 5 inverter da 200 kW di potenza da 1 MW dove saranno collegati 12 container accumulo distribuiti sui 6 PCS.

Nell'area dell'accumulo, a cui corrisponde un'occupazione di suolo pari a circa 4.000 mq, si prevede la realizzazione di opere di mitigazione/compensazione quali, ad esempio, la realizzazione di schermature arboree o arbustive e la piantumazione di specie autoctone.

4.1.7 Cabina di Raccolta

Sarà prevista una cabina di raccolta a 36 kV atta a raccogliere l'energia prodotta dai gruppi dell'impianto eolico per vettorarla con 4 terne di cavi a 36 kV interrati verso la SE RTN.

La Cabina di Raccolta sarà composta da:

- locale a 36 kV;
- locale BT;
- locale gruppo elettrogeno;
- locale per misure;
- locale aerogeneratori.

La cabina sarà formata da un unico corpo, suddiviso in modo tale da contenere i quadri a 36 kV di raccolta, gli apparati di teleoperazione le batterie, i quadri B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari e i contatori di produzione.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri



prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

4.1.8 Cabina di vettoriamento

È prevista, nei pressi della Stazione Elettrica RTN, una cabina di vettoriamento a 36 kV atta a sezionare il cavidotto di vettoriamento e ridurre il numero di terne di cavi in ingresso alla Stazione elettrica RTN passando da 4 cavi tripolari a 36 kV a 2 terne di cavi unipolari in conformità alle specifiche previste da TERNA.

La cabina di vettoriamento sarà formata da un unico corpo corrispondente al locale a 36 kV.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

4.1.9 Stazione elettrica a 380/36 kV

Come da STMG (Codice Pratica: 202302798) fornita da TERNA con nota del 03/07/2023 prot. P20230068871 è previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) 380/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla direttrice "Calenzano - S. Benedetto del Querceto – Colunga", previa realizzazione dell'intervento 302-P previsto dal Piano di Sviluppo di Terna.

Il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento dell'impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

La progettazione di detta stazione è in corso nell'ambito di uno specifico tavolo tecnico indetto da TERNA con capofila una diversa società, proponente di un altro impianto per la produzione di energia da fonte rinnovabile. Ad oggi è stata definita una proposta progettuale nel territorio comunale di Monterenzio (BO). Appena sarà univocamente individuato il sito per la realizzazione della SE, sarà cura della presente Società procedere all'aggiornamento dello studio e dei relativi elaborati progettuali.

Tutti gli impianti in bassa, media ed alta tensione saranno realizzati secondo le prescrizioni delle norme CEI applicabili, con particolare riferimento alla scelta dei componenti della disposizione circuitale, degli schemi elettrici, della sicurezza di esercizio.

Le modalità di connessione saranno conformi alle disposizioni tecniche emanate dall'autorità per l'energia elettrica e il gas (delibera ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008 – Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica - TICA), e in completo accordo con le disposizioni tecniche definite nell'Allegato A (CEI 0-16) della delibera ARG/elt 33/08).



4.1.10 Trasporti eccezionali

Il trasporto degli aerogeneratori nell'area di installazione avverrà con l'ausilio di mezzi eccezionali provenienti, dal porto di Livorno, secondo il seguente percorso: uscita dal Porto di Livorno, prendere SGC Firenze-Pisa-Livorno in direzione Firenze, prendere l'uscita A1/E35 verso Bologna, si continua sull'A1 var – Variante di Valico fino all'uscita Firenzuola Mugello in direzione Firenzuola, imboccare la SS 65 della Futa fino allo svincolo della SP116 fino al raggiungimento dell'area di impianto.

L'accesso alle aree del sito sarà oggetto di studio dettagliato in fase di redazione del progetto esecutivo.

I componenti di impianto da trasportare saranno:

1. Pale del rotore dell'aerogeneratore (n. 3 trasporti per WTG);
2. Navicella (n. 1 trasporto per WTG);
3. Sezioni tronco coniche della torre tubolare di sostegno (n. 5 trasporti per WTG);
4. Hub (n.2 hub con un trasporto).

Le dimensioni dei componenti sono notevoli, in particolare le pale avranno lunghezza di 85 m ed il mezzo eccezionale che le trasporta ha lunghezza di circa 70 m. La lavorazione consisterà essenzialmente nelle seguenti fasi:

1. sopralluogo di dettaglio (road survey) con individuazione degli adeguamenti da realizzare per permettere il passaggio dei trasporti eccezionali;
2. predisposizione di tutte le modificazioni previste; gli interventi dovranno essere realizzati in maniera tale da garantire la sicurezza stradale per tutto il periodo interessato dai trasporti (circa 7 settimane), ad esempio con utilizzo di segnaletica con innesto a baionetta, new jersey in plastica ed altri apprestamenti facilmente rimovibili;
3. trasporti eccezionali, che avverranno per quanto possibile nelle ore di minor traffico (solitamente nelle ore notturne dalle 22.00 alle 6.00); nel corso delle operazioni si procederà alla rimozione temporanea ed all'immediato ripristino degli apprestamenti di sicurezza stradale;
4. ripristino di tutti gli adeguamenti alle condizioni ex ante.

Gli adeguamenti saranno limitati nel tempo al periodo strettamente necessario al trasporto dei componenti di tutti gli aerogeneratori, circa un mese, e saranno effettuati garantendo il mantenimento in qualsiasi momento di tutte le prescrizioni di carattere di sicurezza stradale. Ad esempio, si utilizzeranno segnali stradali con innesto a baionetta o moduli spartitraffico tipo "New Jersey" di colore rosso e bianco, in polietilene ad alta densità (plastica), da rimuovere manualmente al passaggio dei mezzi eccezionali.

4.1.11 Strade e piste di cantiere

La viabilità esistente, nell'area di intervento, sarà integrata con la realizzazione di piste necessarie al raggiungimento dei singoli aerogeneratori, sia nella fase di cantiere che in quella di esercizio dell'impianto.

Le strade di servizio (piste) di nuova realizzazione, necessarie per raggiungere le torri con i mezzi di cantiere, avranno ampiezza di 5 m circa e raggio interno di curvatura variabile e di almeno 45 m. Lo sviluppo delle strade di nuova realizzazione, all'interno dell'area di intervento, determinerà un'occupazione territoriale di 2.308,04 mq circa. Per quanto l'uso di suolo agricolo è comunque limitato, allo scopo di minimizzarlo ulteriormente per raggiungere le torri saranno utilizzate, per quanto possibile, le strade già esistenti, come peraltro si evince dagli elaborati grafici di progetto. Nei tratti in cui sarà necessario, tali strade esistenti saranno oggetto di interventi di adeguamento del fondo stradale e di pulizia da pietrame ed arbusti eventualmente presenti, allo scopo di renderle completamente utilizzabili.



Le piste non saranno asfaltate e saranno realizzate con inerti compattati, parzialmente permeabili di diversa granulometria. Una parte del materiale rinveniente dagli scavi delle fondazioni verrà riutilizzato per realizzare o adeguare tale viabilità.

4.1.12 Regimazione idraulica

Negli interventi di realizzazione delle piste di cantiere e delle piazzole verrà garantita la regimazione delle acque meteoriche mediante la verifica della funzionalità idraulica della rete naturale esistente.

Ove necessario, si procederà alla realizzazione di fosso di guardia lungo le strade e le piazzole, o di altre opere quali canalizzazioni passanti o altre opere di drenaggio e captazione, nel caso di interferenze con esistenti canali o scoline.

4.1.13 Ripristini

Alla chiusura del cantiere, prima dell'inizio della fase di esercizio del parco, i terreni interessati dall'occupazione temporanea dei mezzi d'opera o dal deposito provvisorio dei materiali di risulta o di quelli necessari alle varie lavorazioni, saranno ripristinati.

Le operazioni di ripristino consisteranno in:

- Rimozione del terreno di riporto o eventuale rinterro, fino al ripristino della geomorfologia pre-esistente;
- Finitura con uno strato superficiale di terreno vegetale;
- Preparazione del terreno per l'attecchimento.

In fase di esercizio la dimensione delle piazzole antistanti le torri sarà ridotta esclusivamente a circa 1500 mq, eliminando le superfici utilizzate per stoccaggio materiali ed elemento delle torri, e montaggio/sollevamento gru tralicciata. Gli allargamenti stradali realizzati per il passaggio dei mezzi pesanti verranno eliminati e sarà ripristinato lo stato dei luoghi ante operam.

4.1.14 Sintesi dei principali dati di progetto

PRINCIPALI CARATTERISTICHE TORRI EOLICHE

- | | |
|-------------------|---|
| - Aerogeneratore: | Pnom 4,5 MW
diametro rotore 163 m |
| - Torre: | Tubolare – con 4 tronchi – altezza 150 m |
| - Fondazioni: | in c.a. parte superficiale
Diametro 29 m – Altezza 2,8 m |

PRINCIPALI CARATTERISTICHE AREA DI INTERVENTO

- | | |
|-----------------------|-----------|
| - Morfologia: | Collinare |
| - Utilizzo del suolo: | Agricolo |

PRINCIPALI CARATTERISTICHE IMPIANTO EOLICO

- | | |
|-----------------------------------|--------------|
| - N° torri eoliche: | 12 |
| - Potenza nominale complessiva: | 54 MW |
| - Area plinti di fondazione: | 7.922,22 mq |
| - Area piazzole fase di cantiere: | 58.920,34 mq |



- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| - Area piazzole in fase di esercizio: | 6.979,59 mq |
| - Area nuova viabilità di cantiere: | 2.308,04 mq |
| - Area nuova viabilità di esercizio: | 4.621,81 mq |
| - Vita utile impianto: | 20 anni (durata Autorizzazione) |

4.2 PROGETTAZIONE ESECUTIVA

In sede di progettazione esecutiva si procederà alla redazione degli elaborati specialistici necessari alla cantierizzazione dell'opera, così come previsto dall'art. 33 del Decreto del Presidente della Repubblica 207/2010. Il progetto esecutivo dovrà tenere presente le indicazioni qui di seguito riportate.

4.2.1 Scelta aerogeneratori

La scelta degli aerogeneratori sarà effettuata in base alle specifiche indicate dal fornitore, nell'ambito delle caratteristiche dimensionali e di potenza individuate nel presente progetto definitivo.

4.2.2 Calcoli strutture

Il dimensionamento delle strutture in c.a. e metalliche dovrà essere effettuato in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni); la documentazione di calcolo dovrà essere depositata secondo quanto previsto dalla L. R. n° 13/2001 art. 27 (già art. 62 L. R. n° 27/85). Il dimensionamento dovrà essere effettuato per le seguenti strutture:

- Plinti di fondazione in c.a. degli aerogeneratori;
- torri metalliche degli aerogeneratori;
- Struttura portante (fondazioni, strutture verticali, solai) del fabbricato della Stazione di Trasformazione (SE);
- Fondazioni delle apparecchiature AT nella SE

4.2.3 Dimensionamento elettrico

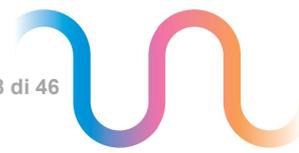
Dal punto di vista elettrico gli aerogeneratori saranno connessi tra loro da linee interrate a 36 kV in configurazione entra-esci, in 4 gruppi:

- Sottocampo 1: FRZ1 – FRZ2 – CR;
- Sottocampo 2: FRZ4 – FRZ5 – FRZ3 – CR;
- Sottocampo 3: FRZ6 – FRZ7 – FRZ9 – FRZ8 – FRZ10 – FRZ12 – CR;
- Sottocampo 4: FRZ11 – CR.

Il cavidotto a 36 kV avrà le seguenti caratteristiche:

- Tensione di esercizio: 36 kV
- Lunghezza cavidotto sottocampo 1: 16.415,72 m
- Lunghezza cavidotto sottocampo 2: 13.746,93 m
- Lunghezza cavidotto sottocampo 3: 5.633,21 m
- Lunghezza cavidotto sottocampo 4: 146,67 m

Lo sviluppo lineare (considerando i tratti in comune, nei quali saranno posati più terne di cavi) è pari a circa 36 km. Le quattro linee provenienti dai gruppi di aerogeneratori convoglieranno l'energia prodotta verso la cabina di raccolta e da qui verso la cabina di vettoriamento a 36 kV atta a sezionare il cavidotto di vettoriamento e ridurre il numero di terne di cavi in ingresso alla Stazione elettrica RTN passando da 4 cavi tripolari a 36 kV



a 2 terne di cavi unipolari in conformità alle specifiche previste da TERNA. Il cavidotto di vettoriamento avrà uno sviluppo lineare pari a circa 24 km.

4.2.4 Cronoprogramma esecutivo

Per la progettazione esecutiva e la realizzazione dell'opera è previsto il seguente cronoprogramma di massima.

Attività		Mesi														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Progetto esecutivo	■	■	■												
1	Convenzioni per attraversamenti e interferenze	■	■	■												
1	Espropri	■	■	■	■											
1	Affidamento lavori			■												
1	Allestimento cantiere				■											
2	Opere civili - strade				■	■	■									
3	Opere civili - fondazioni torri				■	■	■	■								
4	Opere civili ed elettriche - cavidotti					■	■	■	■	■						
5	Trasporto componenti torri e aerogeneratori								■	■	■					
5	Montaggio torri e aerogeneratori								■	■	■	■	■	■		
6	Cabina di raccolta e sistema di accumulo								■	■	■	■	■			
7	Collaudi													■	■	■
8	Dismissione cantiere e ripristini ambientali													■	■	■



5 COSTI E BENEFICI

Per considerare l'efficienza dell'investimento dal punto di vista territoriale, si riporta una valutazione dei benefici e dei costi dell'intervento sia a livello locale (considerando solo i flussi di benefici e costi che si verificano localmente), sia a livello regionale (considerando i flussi di benefici e costi che si verificano sia a livello locale che regionale).

I benefici ed i costi connessi alla realizzazione del parco eolico, si verificano infatti in tempi diversi, per cui dal punto di vista finanziario non sono tra loro sommabili.

5.1 BENEFICI LOCALI E GLOBALI

5.1.1 Benefici locali – in fase di costruzione

Le ricadute economiche dirette ed indirette sul territorio, dovute alla realizzazione del parco eolico, saranno, nella fase di costruzione:

- pagamento dei diritti di superficie ai proprietari dei terreni, nell'area di intervento;
- benefici diretti conseguenti alla progettazione dell'impianto ed agli studi preliminari necessari per la verifica di produttività dell'area, di compatibilità ambientale, ecc.;
- coinvolgimento di imprese locali in:
 - opere civili per la realizzazione di scavi, plinti di fondazione in c.a., strade di servizio;
 - opere elettromeccaniche per la realizzazione dell'impianto all'interno del parco eolico e per la connessione elettrica alla RTN;
 - costruzione in officina e installazione in cantiere di torri tubolari;
 - costruzione pale del rotore da parte di imprese locali;
 - trasporti e movimentazione componenti di impianto.

5.1.2 Benefici locali – nel tempo e periodici

Sono i benefici diretti e indiretti che si verificano nella fase operativa, ovvero, nella fase di gestione dell'impianto e alla fine di ogni ciclo di vita dell'impianto.

Fase operativa:

- benefici locali legati alla manutenzione annuale delle torri, del verde perimetrale e delle strade;
- impiego di tecnici per la gestione dell'impianto;
- benefici locali legati ai canoni di affitto dei terreni su cui si collocano le strutture dell'impianto eolico;
- benefici connessi alle misure compensative a favore dei Comuni interessati;
- benefici legati all'attivazione di iniziative imprenditoriali locali che conciliano la produzione energetica con iniziative didattiche, divulgative e escursionistiche;

Fine ciclo:

- benefici diretti connessi al coinvolgimento di imprese locali per il ripristino della viabilità;
- benefici indiretti connessi all'ospitalità dei tecnici preposti al ripristino delle torri, ecc.;
- benefici diretti legati alla manutenzione straordinaria dell'elettrodotto, delle sottostazioni di trasformazione, ecc.;



5.1.3 Mancate emissioni (benefici globali)

Ai benefici locali vanno aggiunti i benefici globali dovuti essenzialmente alla mancata emissione di gas con effetto serra.

La produzione di energia elettrica mediante combustibili fossili comporta l'emissione di sostanze inquinanti e di gas serra. Il livello delle emissioni dipende dal combustibile e dalla tecnologia di combustione e controllo dei fumi, d'altro canto, la produzione di energia "verde" permette la **sostituzione di fonti energetiche inquinanti e una drastica riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera.**

Il documento di riferimento per la **stima delle emissioni inquinanti evitate** è il rapporto ISPRA n. 386/2023 "Efficiency and decarbonization indicators in Italy and in the biggest European Countries. Edition 2023", che fornisce i fattori di emissione per i principali inquinanti relativamente alla produzione di energia elettrica:

In relazione alle caratteristiche plano-altimetriche, al numero ed alla tipologia di torri e generatori eolici da installare (n. 12 aerogeneratori, con potenza unitaria di 4,5 MW per una potenza totale di 54,0 MW), si stima una produzione totale lorda pari a circa 168.000 MWh/anno, con un valore netto pari a circa 152.000 MWh/anno. Individuati i valori di emissioni, si riportano le stime dei quantitativi di emissioni evitate:

Inquinante	Unità di misura	Emissioni evitate annue
CO ₂	ton CO ₂	46.952,80
CH ₄	ton CO ₂ eq	126,16
NO ₂	ton CO ₂ eq	203,68
CO	ton	14,13
COVM	ton	13,02
NO _x	ton	30,26

Stima dei quantitativi di emissioni evitate

5.1.4 Strategia Energetica Nazionale

La Strategia Energetica Nazionale (SEN) è stata approvata con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico e dal Ministero dell'Ambiente il 10 novembre 2017. Obiettivi dichiarati di tale strategia sono:

- Aumento della competitività del Paese allineando i prezzi energetici a quelli europei;
- Migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento e della fornitura;
- Decarbonizzare il sistema energetico in linea con gli obiettivi di lungo termine dell'Accordo di Parigi

Lo stesso documento afferma che la crescita economica sostenibile sarà conseguenza dei tre obiettivi e sarà perseguita attraverso le seguenti priorità di azione:

- 1- Lo sviluppo delle rinnovabili;
- 2- L'efficienza energetica;
- 3- La sicurezza energetica;
- 4- La competitività dei Mercati Energetici;
- 5- L'accelerazione della decarbonizzazione;
- 6- Tecnologia, Ricerca e Innovazione

E' evidente che un ulteriore sviluppo delle energie rinnovabili costituisce uno dei punti principali (se non addirittura il principale) per il conseguimento degli obiettivi del SEN. Benché l'Italia abbia raggiunto con largo anticipo gli obiettivi rinnovabili del 2020, con una penetrazione del 17,5% sui consumi già nel 2015, l'obiettivo



indicato nel SEN è del 27% al 2030. In particolare, le rinnovabili elettriche dovrebbero essere portate al 48-50% nel 2030, rispetto al 33,5% del 2015. Il SEN propone di concentrare l'attenzione sulle tecnologie rinnovabili mature, quali il grande eolico, vicine al market parity, che dovranno essere sostenute non più con incentivi alla produzione ma con sistemi che facilitino gli investimenti.

E' evidente pertanto che l'impianto in progetto è coerente con gli obiettivi e le strategie proposte dal SEN.

5.1.5 Piano di Energia e Clima 2030 (PNIEC)

Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC) si configura come uno strumento di fondamentale importanza nella politica energetica e ambientale a livello nazionale. La bozza del Piano, predisposta sulla base di analisi tecniche e scenari evolutivi del settore energetico svolte con il contributo dei principali organismi pubblici operanti sui temi energetici e ambientali, è stata inviata alla Commissione europea nel 2018. A giugno 2019 la Commissione europea ha formulato le proprie valutazioni e raccomandazioni sulle proposte di Piano presentate dagli Stati membri dell'Unione, compresa la proposta italiana, valutata, nel complesso, positivamente. Nel corso del 2019, è stata svolta un'ampia consultazione pubblica ed è stata eseguita la Valutazione ambientale strategica del Piano. Il testo definitivo del Piano è stato pubblicato a inizio 2020.

Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC) è strutturato in **cinque linee d'intervento**: *decarbonizzazione, efficienza e sicurezza energetica, sviluppo del mercato interno dell'energia, ricerca, innovazione e competitività*.

Per quanto riguarda la decarbonizzazione, il Piano prevede di accelerare la transizione dai combustibili tradizionali alle fonti rinnovabili, promuovendo il **graduale abbandono del carbone per la generazione elettrica a favore di un mix elettrico basato su una quota crescente di rinnovabili** e, per la parte residua, sul gas.

Nella tabella seguente sono illustrati i principali obiettivi del piano al 2030 sulle energie rinnovabili.

	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNIEC)
Energie rinnovabili (FER)				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	22%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)

Principali obiettivi sulle energie rinnovabili dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030

Secondo quanto riportato nel PNIEC, *"il maggiore contributo alla crescita delle rinnovabili deriverà dal settore elettrico, che al 2030 raggiunge i 16 Mtep di generazione da FER, pari a 187 TWh. La forte penetrazione di tecnologie di produzione elettrica rinnovabile, principalmente fotovoltaico ed eolico, permetterà al settore di coprire il 55,0% dei consumi finali elettrici lordi con energia rinnovabile, contro il 34,1% del 2017. Difatti, il significativo potenziale incrementale tecnicamente ed economicamente sfruttabile, grazie anche alla riduzione dei costi degli impianti fotovoltaici ed eolici, prospettano un importante sviluppo di queste tecnologie, la cui produzione dovrebbe rispettivamente triplicare e più che raddoppiare entro il 2030."*

Si auspica, quindi, la promozione di un ulteriore sviluppo della produzione da fonti rinnovabili, insieme alla tutela e al potenziamento delle produzioni esistenti, se possibile superando l'obiettivo del 30%. A questo scopo, si prevede l'utilizzo di strumenti calibrati sulla base dei settori d'uso, delle tipologie di interventi e della



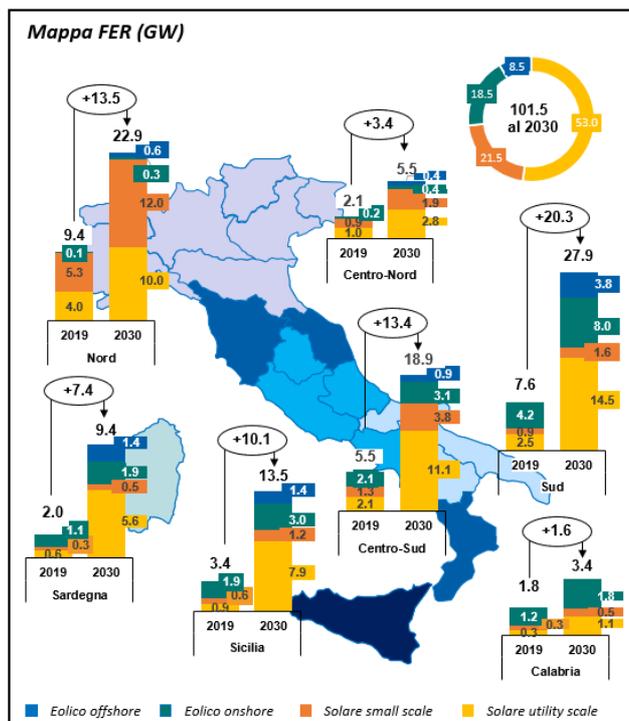
dimensione degli impianti, con un approccio che mira al contenimento del consumo di suolo e dell'impatto paesaggistico e ambientale, comprese le esigenze di qualità dell'aria.

FER elettriche	Esenzione oneri autoconsumo per piccoli impianti	Regolatorio	FER tot : 30%; FER-E : 55%
	Promozione dei PPA per grandi impianti a fonte rinnovabile	Regolatorio	FER tot : 30%; FER-E : 55%
	Incentivazione dei grandi impianti a fonte rinnovabile mediante procedure competitive per le tecnologie più mature (FER-1)	Economico	FER tot : 30%; FER-E : 55%
	Supporto a grandi impianti da fonte rinnovabile con tecnologie innovative e lontane dalla competitività (FER-2)	Economico	FER tot : 30%; FER-E : 55%
	Aggregazione di piccoli impianti per l'accesso all'incentivazione	Regolatorio	FER tot : 30%; FER-E : 55%
	Concertazione con enti territoriali per l'individuazione di aree idonee	Regolatorio	FER tot : 30%; FER-E : 55%
	Semplificazione di autorizzazioni e procedure per il revamping/repowering e riconversioni di impianti esistenti	Regolatorio	FER tot : 30%; FER-E : 55%
	Promozione di azioni per l'ottimizzazione della produzione degli impianti esistenti	Informazione	FER tot : 30%; FER-E : 55%
	Supporto all'installazione di sistemi di accumulo distribuito	Economico	FER tot : 30%; FER-E : 55%
	Semplificazione delle autorizzazioni per autoconsumatori e comunità a energia rinnovabile	Regolatorio	FER tot : 30%; FER-E : 55%
Revisione della normativa per l'assegnazione delle concessioni idroelettriche	Regolatorio	FER tot : 30%; FER-E : 55%	

Principali misure previste per il raggiungimento degli obiettivi del PNIEC

Secondo il “**Documento di Descrizione degli Scenari (DDS 2022)**”, recentemente presentato da TERNA e SNAM, nello scenario Fit For 55 (FF55) con orizzonte 2030 si prevede che saranno necessari quasi 102 GW di impianti solari ed eolici installati al 2030 per raggiungere gli obiettivi di policy con un incremento di ben +70 GW rispetto ai 32 GW installati al 2019. Tale scenario, che considera dei target di potenza installata superiori al PNIEC, **prevede l'installazione di 18,5 GW di impianti eolici onshore.**





Ripartizione per zone degli obiettivi di potenza installata nello scenario FF50 del DDS 22

L'immagine precedente riassume la ripartizione per zone elaborata nel DDS 22: come si può vedere si prevede l'installazione di 7 GW di eolico onshore nel Sud Italia.

Noto quanto sopra, il prevalente interesse a massimizzare la produzione di energia e produrre il massimo sforzo possibile per centrare gli obiettivi del Green Deal è confermato dalla recente posizione della **Presidenza del Consiglio dei Ministri**, che in numerosi pareri relativi ai procedimenti autorizzativi di impianti eolici, anche localizzati in aree già impegnate da altre iniziative esistenti, ha ritenuto di ritenere l'interesse nello sviluppo della produzione di energia da fonti rinnovabili prevalente rispetto alla tutela paesaggistica (cfr. S.6 Analisi Costi Benefici).

5.2 COSTI/EMISSIONI

Le voci negative (costi) nell'analisi costi-benefici sono relative agli impatti negativi dell'impianto in fase di costruzione ed in fase di esercizio.

5.2.1 Residui ed emissioni per la costruzione dei componenti di impianto

Per la costruzione di tutti i componenti dell'impianto non è previsto l'utilizzo di materiali pericolosi, tossici o inquinanti.

Le torri tubolari saranno realizzate in laminato di ferro o in materiali compositi, e tinteggiate con colori chiari.

Le parti elettriche e meccaniche saranno realizzate con i tipici materiali utilizzati per questo tipo di componenti (ferro e leghe varie, rame, pvc, ecc.).

5.2.2 Residui ed emissioni nella fase di realizzazione dell'impianto

Nella fase di realizzazione dell'impianto sono previsti scavi per la realizzazione dei plinti di fondazione delle torri di sostegno degli aerogeneratori. I plinti delle fondazioni dirette avranno forma tronco-conica con raggio di base di circa 14,5 m. L'altezza massima del plinto sarà di 2,8 m. Pertanto, per ciascun plinto è previsto uno



scavo di circa 1.850 mc. Il materiale di risulta rinveniente dagli scavi sarà in gran parte riutilizzato nell'ambito dello stesso cantiere per la realizzazione delle strade (non asfaltate) previste nel progetto.

I plinti di fondazione saranno in c.a. ed avranno un volume di circa 1110 mc.

Nella fase di realizzazione dell'impianto eolico (cantiere) si avrà anche un leggero incremento del traffico pesante nella zona: betoniere necessarie per il trasporto del cemento occorrente per la realizzazione dei plinti, veicoli speciali per il trasporto delle navicelle e dei tronchi tubolari delle torri.

5.2.3 Residui ed emissioni nella fase di esercizio dell'impianto

Le emissioni previste nella fase di esercizio dell'impianto eolico sono il rumore e la perturbazione del campo aerodinamico, gli olii esausti utilizzati nei trasformatori e per la lubrificazione delle parti meccaniche.

Rumore

Il rumore emesso da un parco eolico è sostanzialmente di due tipi:

- rumore dinamico prodotto dalle pale in rotazione;
- il rumore meccanico dell'aerogeneratore e le vibrazioni interne alla navicella, causate dagli assi meccanici in rotazione;

Il rumore meccanico dell'aerogeneratore è trascurabile, mentre il rumore di maggiore rilevanza è quello dinamico delle pale in rotazione.

Perturbazione del campo aerodinamico

Nella scia del rotore si ha una variazione della velocità dell'aria che cede una parte della propria energia cinetica al rotore. Questa variazione comporta una diminuzione della pressione statica a valle dell'aerogeneratore con effetti di turbolenza che possono essere potenzialmente pericolosi per l'avifauna e per la navigazione aerea a bassa quota.

Gli effetti di tale turbolenza si attenuano fino a scomparire man mano che ci si allontana dall'aerogeneratore.

Olii esausti

I trasformatori elettrici di potenza 0,69/36 kV saranno del tipo a secco; l'unico olio è utilizzato per la lubrificazione delle parti meccaniche (comunque di quantità irrisoria), il quale sarà regolarmente smaltito presso il "Consorzio Obbligatorio degli Olii Esausti".

5.3 INQUINAMENTO E DISTURBI AMBIENTALI

L'impianto eolico potrà avere possibili impatti diretti nell'area analizzata con particolare riferimento a:

- rumore;
- impatto su fauna e avifauna (migratoria e stanziale);
- impatto su flora e vegetazione;
- impatto visivo;
- occupazione del territorio;
- perturbazione del campo aerodinamico.

Tra gli impatti indiretti da tenere in considerazione vi sono:

- l'interferenza su altre attività umane;
- la possibilità di inquinamento elettromagnetico.

Lo studio degli impatti è stato ampiamente affrontato nello Studio di Impatto Ambientale (Quadro Ambientale). Ad ogni modo nessun impatto incide sugli aspetti climatici dell'area di intervento o più in generale del territorio.



Semmai gli impianti di produzione energetica da fonte rinnovabile hanno l'effetto benefico di evitare emissioni dei gas con effetto serra, quali residui di combustione per la produzione energetica da combustibili fossili.

