

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE
DOTT. ALFONSO PAPPALARDO
GEOLOGO

via San Rocco n°8 (parco Claudia fabb. A) - Pagani (SA)
tel. & fax 081 5152559 - cell.^{re} 338 9448712
EMAIL: alfonso_pappalardo@libero.it;
P.E.C.: alfonso_pappalardo@epap.sicurezzapostale.it



RELAZIONE GEOLOGICA



OGGETTO: Relazione geologica finalizzata anche allo “studio di compatibilità geologica” ed allo “svincolo idrogeologico” delle aree interessate dalla realizzazione di un parco eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile da realizzarsi nel territorio comunale di Castelpagano (BN).

COMMITTENTE: Spett.le “COGEIN ENERGY S.R.L.”.



INDICE

§		pag.
	PREMESSA	3
	1 - INDAGINI ESEGUITE	4
	2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA	5
	3 - LINEAMENTI DI TETTONICA	8
	4 - GEOMORFOLOGIA ED IDROGRAFIA	10
	5 - IDROGEOLOGIA DELL'AREA E PERMEABILITÀ DEI TERRENI	16
	6 - CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI TERRENI	17
	6.1 - Caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo del territorio e dei siti ...	17
	6.2 – Modello geologico del sottosuolo	21
	6.2.1 – Modello geologico per le aree degli aerogeneratori	21
	6.2.2 – Modello geologico per l'area della stazione di trasformazione 30-150KV	25
	7 - CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	26
	8 - CARATTERISTICHE SISMICHE	29
	9 - STABILITA' DELLE AREE	37
	9-1: Siti degli aerogeneratori	37
	9.1.1 – Aerogeneratore CA01	37
	9.1.2 – Aerogeneratore CA02	39
	9.1.3 – Aerogeneratore CA03	41
	9.1.4 – Aerogeneratore CA04	43
	9.1.5 – Aerogeneratore CA05	45
	9.1.6 – Aerogeneratore CA06	47
	9.1.7 – Aerogeneratore CA07	49
	9.2 - Piazzole aerogeneratori	51
	9.3 - Viabilità di progetto	55
	9.4 – Cavidotti	60
	9-5: Stazione di trasformazione 30/150 kV	65
	9-6: Considerazioni tecniche	67
	10 – PROGRAMMA D'INDAGINI PREVISTO	69
	11 - CONCLUSIONI	71



ALLEGATI:

- ✓ Stralcio Carta Topografica d'Italia I.G.M. scala 1: 25.000 - unione Tavole Il SE (Colle Sannita) e Il SO (Circello) del F°162 Campobasso -;
- ✓ Stralcio Aerofotogrammetria CTR (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);
- ✓ Carta Geologica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);
- ✓ Carta Geolitologica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);
- ✓ Carta Idrogeologica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);
- ✓ Carta Clivometrica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);
- ✓ Carta Geomorfologica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);
- ✓ Carta IFFI (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);
- ✓ Carta del Rischio di frana PAI (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);
- ✓ Sezioni Topografiche e Geologiche (siti aerogeneratori e stazione di trasformazione).



PREMESSA

Per incarico ricevuto dalla società “**COGEIN ENERGY S.R.L.**” viene redatta la presente relazione finalizzata allo *studio di compatibilità idrogeologica* (ai sensi dell’Art.17 del Titolo III delle *Norme di Attuazione* allegate al Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico - Rischio di frana - dell’ex Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, ora *Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale*), nonché allo *svincolo idrogeologico* (ai sensi del R.D.L. n°3267 del 1923 ed ai sensi dell’Art.23 della L.R. n°11 del 1996), delle aree interessate dalla realizzazione di un “parco eolico” per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile da ubicarsi nel territorio del Comune di Castelpagano (BN).

Il progetto in particolare prevede la realizzazione di n°7 aerogeneratori (identificati secondo progetto con le sigle CA01, CA02, CA03, CA04, CA05, CA06 e CA07) con relative piazzole e strutture accessorie, aerogeneratori tutti ricadenti nel Comune di Castelpagano, e, come opera di connessione, di un cavidotto interrato MT. Quest’ultimo terminerà in una stazione di trasformazione 30-150 KV, anch’essa in progetto, prevista in località “Colle Moschillo” nel Comune di Morcone, e connessa tramite un breve cavidotto alla locale Stazione Elettrica (SE) di smistamento della RTN a 150 KV.

Nell’intero suo sviluppo il suddetto cavidotto interrato MT, percorrendo per gran parte strade già esistenti, interesserà oltre al territorio di Castelpagano (zona aerogeneratori) anche piccole porzioni dei limitrofi territori di Colle Sannita e di Circello, fino a raggiungere, come già detto, la stazione di trasformazione posta nel Comune di Morcone.

Inoltre, il progetto prevede per necessità tecniche l’adeguamento di strade già esistenti e la realizzazione, per brevi tratti, di nuove strade, quest’ultime da intendere per gran parte solo come opere a carattere temporaneo (cfr. paragrafi successivi).

Per l’espletamento dell’incarico ricevuto sono stati, nel complesso, effettuati:

- ◇ *rilevamenti diretti sull’area e in ampie zone circostanti* (integrati dallo studio della Carta Geologica d’Italia e della tavoletta topografica in cui ricade l’area) per acquisire gli elementi tecnici riguardanti la geologia, la morfologia e l’idrogeologia delle zone interessate;



- ◇ *studio bibliografico* di lavori geognostici eseguiti in aree limitrofe a quelle in esame o comunque appartenenti allo stesso territorio geologico, nonché d'indagini geologiche e geologico-tecniche a carattere generale eseguite nell'ambito del territorio in esame.

Tali dati così acquisiti servono a dimostrare, infine, se:

- ◇ *l'intervento in oggetto sia compatibile con quanto previsto dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'ex Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, ora Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, e dalle relative Norme di attuazione e dalle Misure di salvaguardia;*
- ◇ *le realizzazioni garantiscano, secondo le caratteristiche e le necessità relative a ciascuna fattispecie, la sicurezza del territorio in coerenza con quanto disposto all'art.31 lettera c) della L.183/89 sulla base dei tre criteri: "incolumità delle popolazioni, danno incombente, organica sistemazione";*
- ◇ *le opere previste siano progettate anche a garanzia della stabilità dei terreni e della regolare regimentazione delle acque di ruscellamento;*
- ◇ *il progetto sia strutturato in modo tale da consentire lo "svincolo idrogeologico" delle aree coinvolte (ai sensi del R.D.L. n°3267 del 1923 ed ai sensi dell'Art.23 della L.R. n°11 del 1996).*

1 - INDAGINI ESEGUITE.

Al fine di definire, seppur in via preliminare, le caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche di massima del sottosuolo dell'intero "territorio" interessato dal parco eolico in progetto, ed in particolare di quelle su cui sono previste le principali opere in elevazione (aerogeneratori e stazione di trasformazione), sono stati presi in considerazione, come già detto in premessa, i dati provenienti da un approfondito studio bibliografico riguardante i risultati di varie indagini geologiche, geognostiche e sismiche realizzate in passato su zone appartenenti allo stesso "territorio geologico" di quello qui in esame.

Una caratterizzazione senza dubbio più precisa dal punto di vista litostratigrafico, geotecnico e sismico del sottosuolo locale sarà possibile realizzarla solo

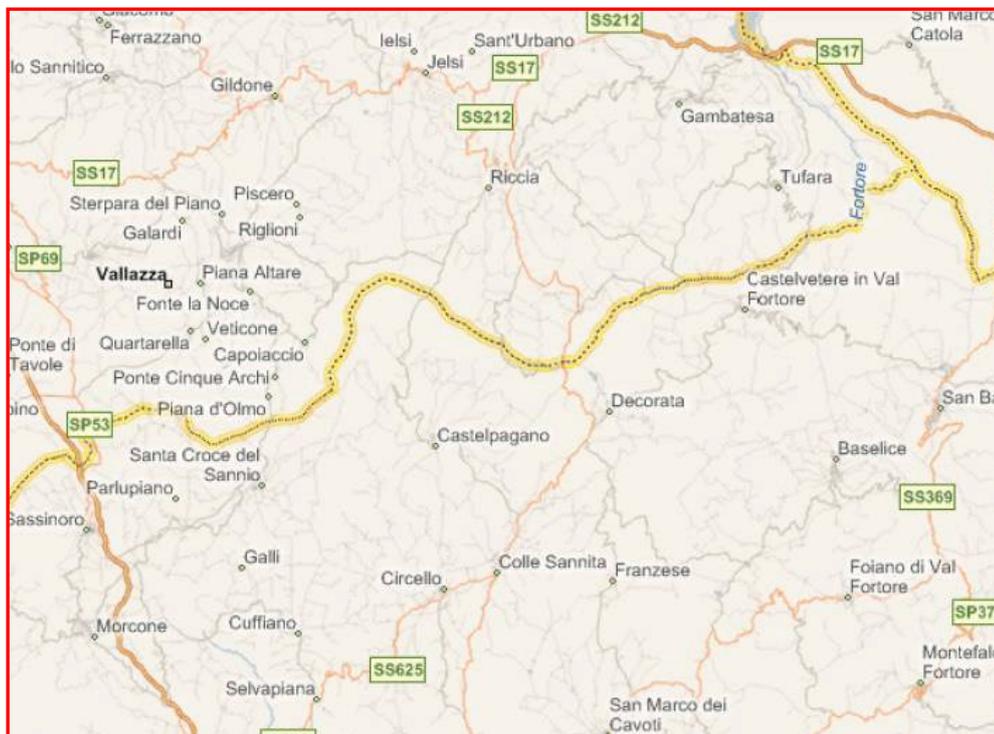


dopo l'esecuzione di opportune indagini geognostiche in situ, e di laboratorio geotecnico, e sismiche direttamente su ciascuna porzione d'area interessata dal progetto, prestando maggiore attenzione a quelle zone interessate dalla realizzazione delle principali opere in elevazione.

2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA

L'intera zona, su cui è prevista secondo progetto la realizzazione dei 7 aerogeneratori per la produzione di energia elettrica da fonte eolica ricade totalmente nel territorio comunale di Castelpagano, nella provincia di Benevento, nella Regione Campania. In particolare viene coinvolta la zona ricadente in corrispondenza delle località "Masseria Fattori" e "Masseria Richi", zona posta ad una distanza minima dal centro abitato di Castelpagano di circa 2.5 Km e di circa 1.7 km dall'abitato di Decorata.

L'area coinvolta dalla realizzazione della stazione di trasformazione 30-150 KV è posta in località "Colle Moschillo" nel Comune di Morcone.

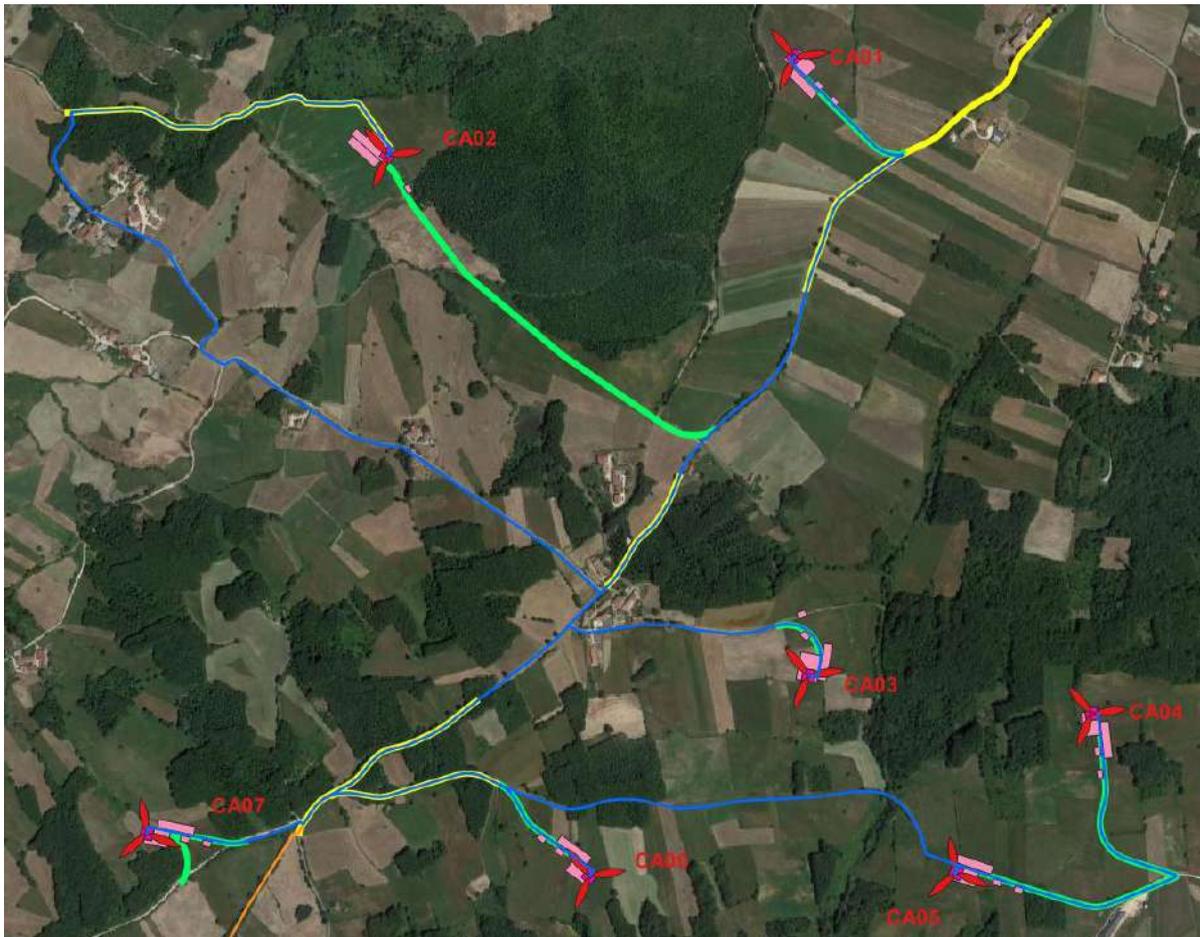


Inquadramento territoriale dell'area



Le principali arterie viarie presenti, che consentono di raggiungere il centro abitato di Castelpagano, e da qui le varie località coinvolte dal presente progetto (zona aerogeneratori), sono rappresentate da:

- Strada Statale SS212 che da Benevento conduce a Colle Sannita e poi a Riccia (CB);
- Strada Provinciale SP24 che dal Castelpagano conduce verso località “Masseria Masilli” e poi verso la Strada Provinciale SP121;
- Strada Provinciale SP143 che da Castelpagano porta verso Circello;



Stralcio Fotosatellitare del territorio coinvolto dagli aerogeneratori (da “Google Earth ®”)

Dal punto di vista cartografico l'intero territorio interessato dal progetto ricade nelle Tavole II SE (Colle Sannita) e II SO (Circello) del F°162 Campobasso della Carta Topografica d'Italia IGM a scala 1:25.000.

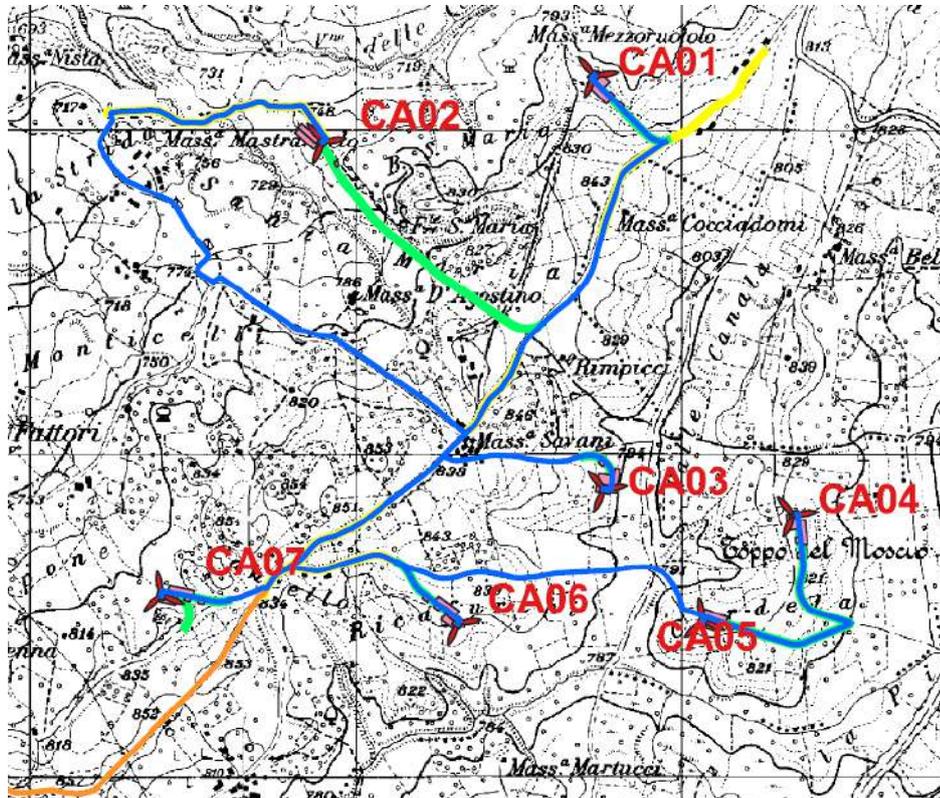
Inoltre esso è compreso nei seguenti Elementi della Carta Tecnica Regionale CTR (Regione Campania) a scala 1:5.000:



406153 (zona aerogeneratori e cavidotto interno al parco)

419023 (zona stazione di trasformazione 30-150 KV)

419034 – 419021 – 419022 (zone attraversate dal cavidotto esterno al parco)



Stralcio Tavoleta topografica IGM a scala 1:25.000 (zona aerogeneratori)



Stralcio Carta Aerofotogrammetrica CTR a scala 1:5.000 (TAV.3)



L'intero territorio in esame, coinvolto dal progetto, appare caratterizzato dalla presenza del bacino idrografico del T. Tammarecchia e dai sottobacini delle sue aste torrentizie minori (Torrente dei Torti, Fosso Piscole, ecc.).

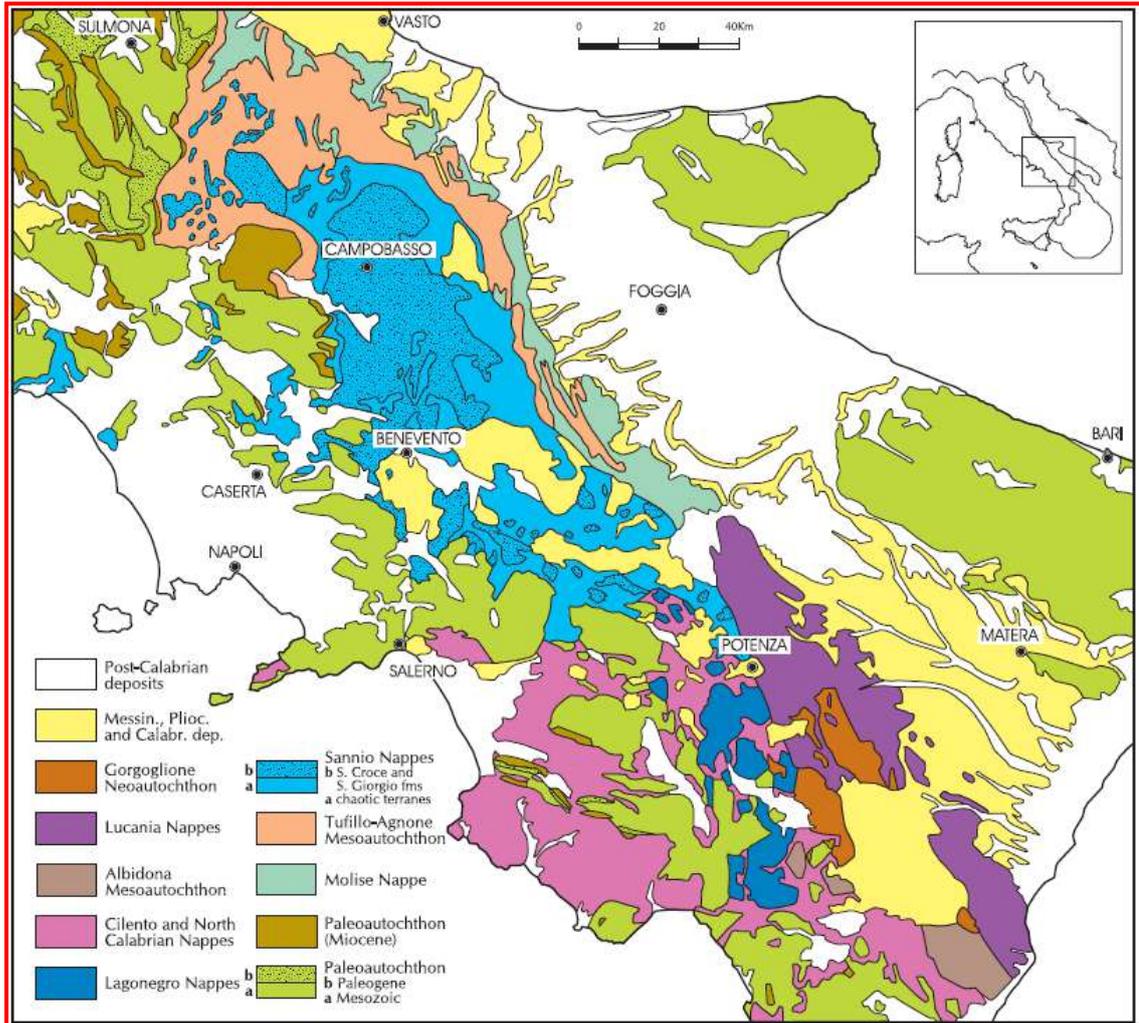
Nello stesso tempo il bacino del T. Tammarecchia è da intendere come uno dei sottobacini appartenenti al grande bacino idrografico del Fiume Calore, affluente a sua volta del F. Volturno.

Per tale motivo, dal punto di vista idrogeologico, il territorio in esame ricade sotto la competenza dell'ex *Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno*, ora *Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale*.

3 - LINEAMENTI DI TETTONICA.

Le caratteristiche litologiche e l'attuale posizione dei terreni affioranti nel territorio in esame va ricondotta ai diversi ambienti di origine e alla successione di eventi di natura tettonica che li hanno coinvolti nel tempo.

Durante tutto il Paleogene, sino al Miocene Inferiore, il Bacino di Lagonegro, compreso tra la piattaforma interna (Piattaforma Campano-Lucana) e quella esterna (Piattaforma Apula), ha visto la sedimentazione dei terreni argillosi e calcareo-torbiditici del Flysch Rosso e delle Argille Varicolori, a cui nel Miocene Inferiore è subentrata per ampi settori la sedimentazione del Flysch Numidico, il cui detrito proveniva da zone africane.



Esempio di Carta Geologica Schematica dell'Italia Meridionale presente in letteratura scientifica

La fase tettonica langhiana determina la formazione del Bacino Irpino con l'individuazione di aree di piggy-back, di avanfossa e di avampaese. Nel Miocene medio nell'area di piggy-back avviene sul substrato deformato, costituito dalla porzione basale dell'Unità del Sannio, la sedimentazione del Flysch di San Bartolomeo (detritico-arenaceo), mentre nell'avanfossa al Flysch Numidico segue la sedimentazione della Formazione di Serra Palazzo (arenaceo-calcareo-marnoso). Infine, nell'avampaese si ha la sedimentazione calcareo-marnosa del Flysch di Faeto.

La fase tettonica tortoniana interrompe la sedimentazione e determina la formazione delle principali strutture tettoniche a vergenza orientale. Nei bacini formati dopo questa fase tettonica avviene la sedimentazione evaporitica (Unità



di Altavilla-Villamaina) legata alla crisi di salinità del Mediterraneo durante il Messiniano.

Nel Pliocene Inferiore a causa di estesi fenomeni di subsidenza si ha una fase d'ingressione marina con conseguente sedimentazione dei depositi clastici dell'Unità di Ariano ed a cui fa seguito una fase tettonica compressiva (Pliocene Medio) che determina l'accentuazione delle strutture preesistenti e la formazione di sinclinali asimmetriche nei depositi pliocenici. Con il Pliocene Superiore e il Pleistocene si ha il sollevamento della catena.

4 - GEOMORFOLOGIA ED IDROGRAFIA.

L'intero territorio in esame, esteso tra i territori comunali di Castelpagano, di Colle Sannita, di Circello e di Morcone, appare caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con rilievi non molto elevati, non superando se non di rado gli 800 m, ma delimitati talora da strette incisioni, in cui trovano posto aste torrentizie più o meno ben sviluppate.

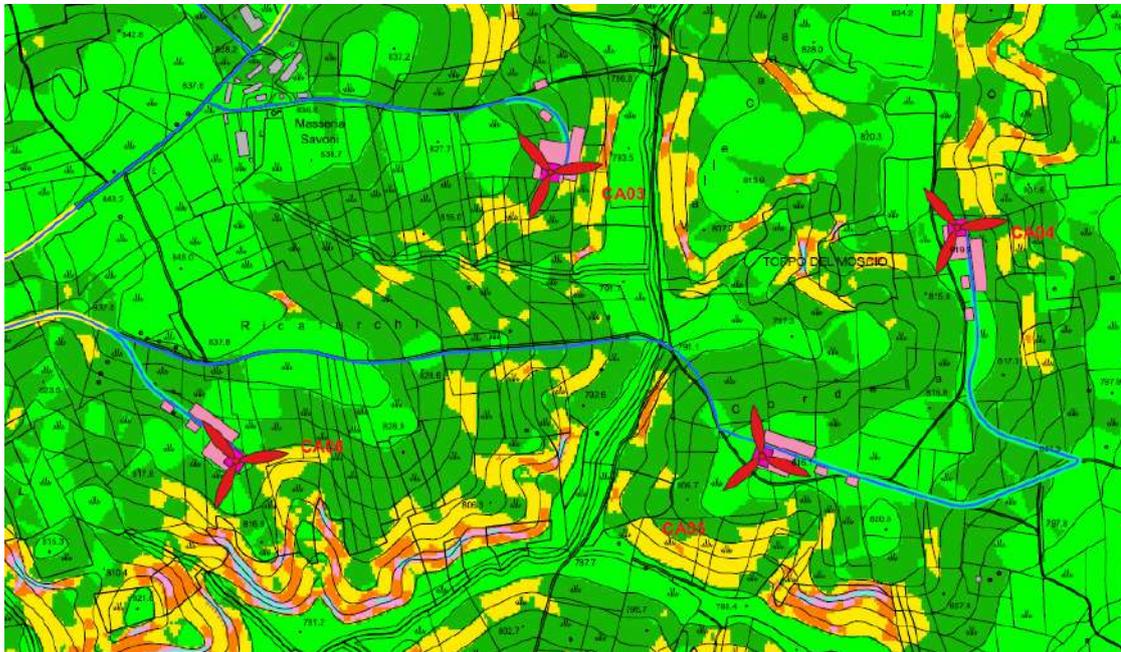
La natura in gran parte argillosa, argilloso-marnosa ed arenacea dei terreni affioranti, caratterizzati in genere da bassi valori di permeabilità, determina un elevato deflusso superficiale delle acque meteoriche durante gli eventi piovosi di media ed elevata intensità, per cui il territorio appare caratterizzato dalla presenza di uno sviluppato sistema di aste di drenaggio a carattere prevalentemente torrentizio.

I rilievi collinari appaiono caratterizzati in gran parte da versanti a media pendenza (10°-15°), anche se in taluni punti, là dove presenti per esempio in affioramento litologie (calcaree, calcareo-marnose e arenacee) meno erodibili o in prossimità dei fianchi delle incisioni torrentizie le pendenze possono essere più acclivi.

Le aste torrentizie (Torrente dei Torti, Fosso Marchimuccio, Vallone delle Coste, Fosso Pidocchioso, Fosso Calacarella, ecc.) presenti numerose sull'intero territorio appartengono al sottobacino idrografico del T. Tammarecchia, quest'ultimo da intendere come uno dei sottobacini appartenenti al grande bacino idrografico del Fiume Calore, affluente a sua volta del F. Volturno.



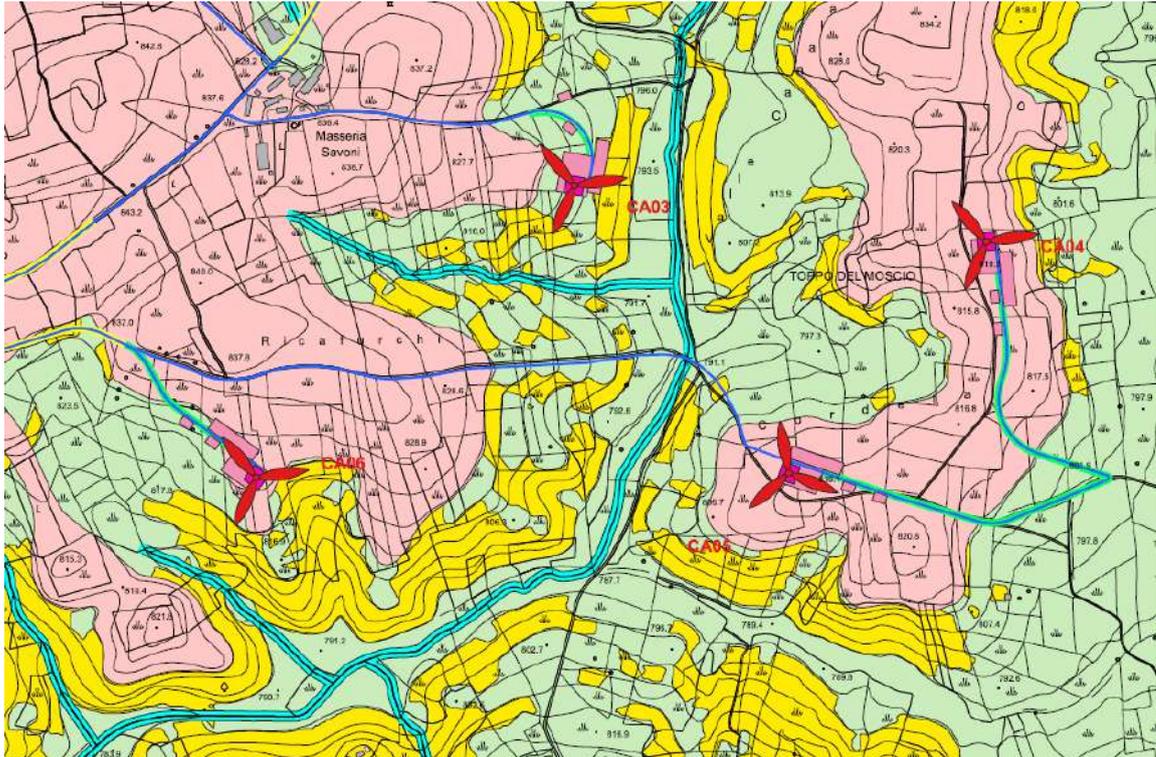
Nel particolare la zona, su cui è prevista la realizzazione dei 7 aerogeneratori in progetto, zona posta in corrispondenza delle località “Masseria Fattori” e “Masseria Richi”, risulta caratterizzata ad una quota variabile dai 757 m s.l.m.m. dell’aerogeneratore CA02 agli 828 m s.l.m.m. dell’aerogeneratore CA06. Essa presenta una morfologia prettamente collinare con estese aree crinaliche a bassa acclività e con versanti ad esse sottesi caratterizzati in genere da pendenze medie nell’ordine dei 10°-15°, ma che in corrispondenza dei fianchi delle incisioni torrentizie o dell’affioramento di litologie più resistenti all’erosione possono superare anche i 20° (cfr. cartografia geomorfologica e clivometrica presente in allegato).



Classi di pendenza:

- pendenze comprese tra 0° e 5°
- pendenze comprese tra 6° e 10°
- pendenze comprese tra 11° e 15°
- pendenze comprese tra 16° e 20°
- pendenze comprese tra 21° e 25°
- pendenze maggiori di 25°

Stralcio Carta Clivometrica a scala 1:5.000 (TAV.3)



Principali morfotipi:

- alveo fluviale o torrentizio
- versante a bassa acclività (area di versante caratterizzata da pendenze non superiori ai 10°)
- versante a media-elevata acclività (area di versante caratterizzata da pendenze superiori ai 10°)
- sella (area a bassa acclività posta al passaggio tra due aree crinaliche)
- crinale (area di crinale montuoso o collinare caratterizzato da bassa acclività)

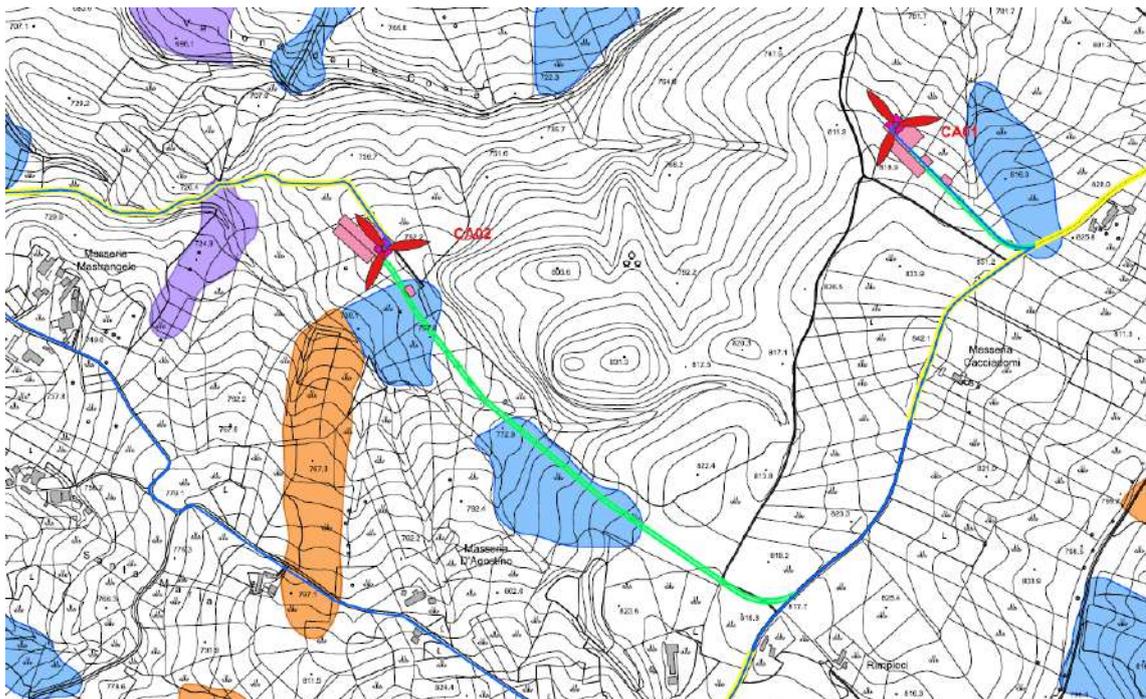
Stralcio Carta Geomorfologica a scala 1:5.000 (TAV.3)

Dal punto di vista idrografico risulta evidente come le aste torrentizie presentano in genere un elevato grado di gerarchizzazione ed appaiono in approfondimento nei terreni del substrato geologico di base, formando nell'insieme un reticolo idrografico caratterizzato da un pattern tendente al tipo "dendritico". Tutti questi elementi idrografici sono spesso indizi della presenza su un territorio di terreni poco permeabili e di una morfologia poco acclive.

In virtù della natura litostratigrafica, per lo più argillosa, argilloso-marnosa ed arenaceo-argillosa, e delle caratteristiche di permeabilità, generalmente piuttosto bassa, dei terreni costituenti il suo sottosuolo il territorio risulta interessato in più tratti da numerosi fenomeni franosi, per lo più colamenti, lenti o rapidi, scioglimenti rotazionali/traslativi e frane complesse (cfr. cartografia IFFI in allegato).



In genere si tratta di corpi franosi piuttosto superficiali che coinvolgono solo i primi metri di sottosuolo costituiti da un primo orizzonte di depositi eluvio-colluviali o di alterazione in loco della sottostante formazione geologica e da un sottostante orizzonte identificabile con la porzione più superficiale, e per questo più alterata, della formazione geologica “rocciosa” di base. In ogni caso tutti gli aerogeneratori in progetto, insistendo su aree crinaliche o nei pressi di esse, sono previsti su siti non coinvolti attualmente da fenomeni franosi in atto.



Tipologia di frana:

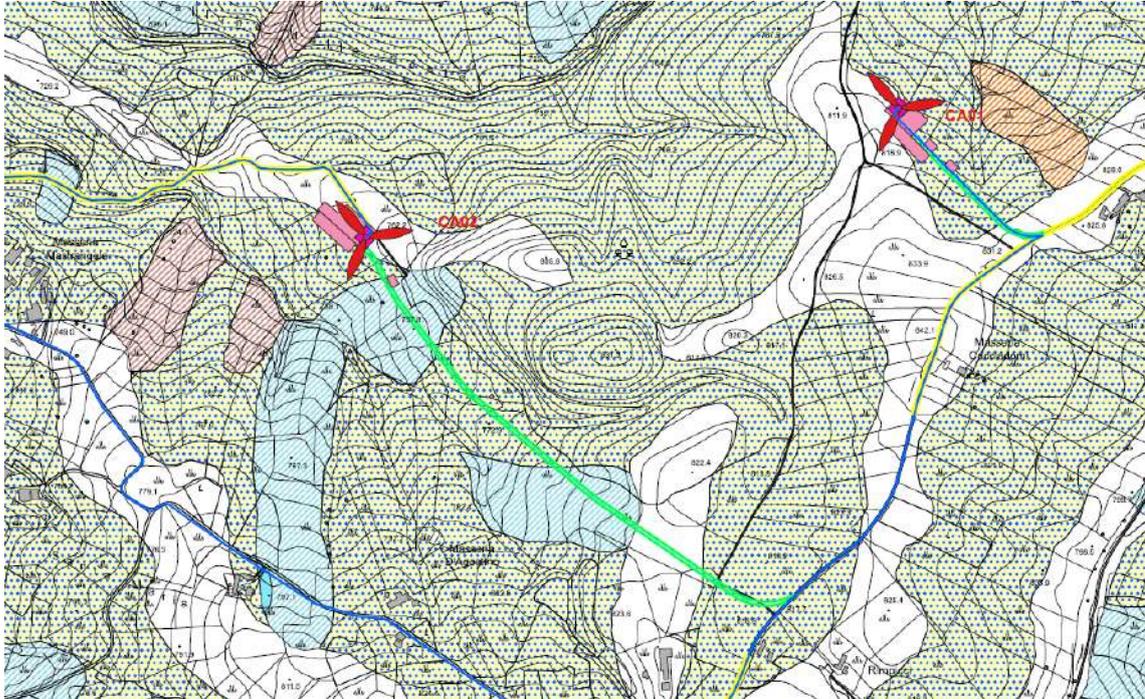
- colamento lento
- colamento rapido
- scivolamento rotazionale/traslattivo
- complesso
- crollo/ribaltamento

Stralcio Carta IFFI a scala 1:5.000 (TAV.1)

Nell’ambito della cartografia allegata al Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) dell’ex Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, ora Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale, in riferimento al Rischio di frana la zona coinvolta dal progetto degli aerogeneratori risulta varia-



mente caratterizzata da aree a diverso grado di Rischio, andando da aree a rischio molto elevato R4 ad aree di attenzione e ad aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi c1 (cfr. cartografia PAI – Rischio di frana – presente in allegato). Per maggiori dettagli si rimanda ai paragrafi successivi.



Stralcio Carta del Rischio di frana a scala 1:5.000 (TAV.1)

Rischio di frana

■ Area a rischio molto elevato - R4

■ Area a rischio elevato - R3

■ Area a rischio medio - R2

■ Area a rischio moderato - R1

▨ Area di alta attenzione - A4

▨ Area di medio-alta attenzione - A3

▨ Area di media attenzione - A2

▨ Area di moderata attenzione - A1

▨ Area a rischio potenzialmente alto - Rpa

▨ Area di attenzione potenzialmente alta - Apa

▨ area a rischio potenzialmente basso - Rpb

▨ Area di attenzione potenzialmente bassa - Apb

▨ Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1



In ogni caso tutti gli aerogeneratori sono previsti su siti privi di Rischio o al più compresi tra le aree “di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”.

In relazione all'area ove è prevista da progetto la stazione di trasformazione 30-150 KV, posta nei pressi di località “Colle Moschillo”, nel Comune di Morcone, essa, ricadente in corrispondenza di un'estesa area crinalica, ad una quota altimetrica di circa 728 m s.l.m.m., risulta caratterizzata da una morfologia poco acclive, con pendenze non superiori ai 4°-5°, e da mancanza di fenomeni franosi in atto (cfr. cartografia clivometrica, geomorfologica ed IFFI in allegato).



Stralcio Carta Aerofotogrammetrica CTR e Clivometrica a scala 1:5.000 (TAV.6)



Stralcio Carta Geomorfologica e Del Rischio di frana a scala 1:5.000 (TAV.6)



Nell'ambito della cartografia allegata al PAI in riferimento al Rischio di frana la zona coinvolta dal progetto della stazione di trasformazione 30-150 KV risulta ricadere solo tra le aree *“di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”*.

In riferimento alle aree attraversate dal cavidotto di connessione tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione occorre tenere presente che esso, con uno sviluppo in lunghezza complessivo maggiore di 16 km e seguendo per gran parte tracciati stradali già esistenti, attraversa un vasto territorio e per questo aree a diverso grado di rischio da frana. In genere si tratta per gran parte di aree di *attenzione* od aree *“di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”*. Solo per taluni brevi tratti esso attraversa aree con un grado di rischio più severo per le quali saranno adottati tutte le cautele del caso mediante l'esecuzione di opportune indagini geognostiche per valutarne l'effettive condizioni attuali di stabilità. Per talune di esse potrà essere prevista l'utilizzazione della tecnica TOC (trivellazione orizzontale controllata) che permetterà di approfondire la posa del cavidotto bypassando in profondità l'area di criticità. Per maggiori dettagli si rimanda ai paragrafi successivi.

Infine, dal punto di vista idraulico l'intero territorio coinvolto dal progetto sulla base del già citato PAI non risulta interessato da aree a rischio idraulico.

5 - IDROGEOLOGIA DELL'AREA E PERMEABILITÀ DEI TERRENI.

Dal punto di vista idrogeologico, non sono presenti sul territorio grosse idrostrutture carbonatiche e la circolazione idrica sotterranea nell'intera area risulta influenzata in gran parte solo dalla presenza e dai rapporti reciproci tra i termini carbonatici ed arenacei e quelli argillosi ed argilloso-marnosi delle diverse formazioni geologiche presenti (Unità del Sannio, Successioni silicoclastiche mioceniche, ecc.). In tale contesto, infatti, i litotipi argillosi ed argilloso-marnosi fungono da *“impermeabile relativo”* per piccoli corpi idrici impostatisi in taluni orizzonti carbonatici e/o arenacei, spesso intraformazionali. Nel complesso, comunque, tale



circolazione appare piuttosto limitata e può dar vita solo a piccole insorgenze con portate spesso solo stagionali e talora poste a quote diverse per il loro carattere di falde sospese.

Dal punto di vista della permeabilità è possibile in generale distinguere nell'area due diversi complessi idrogeologici:

- un *complesso arenaceo-argilloso* costituito da arenarie quarzose e da livelli conglomeratico-marnosi ed argilloso-siltosi e caratterizzato da una permeabilità per porosità da trascurabile a bassa e per fratturazione nei termini arenacei da bassa a media. In tale complesso la possibilità che si instauri una circolazione idrica sotterranea risulta alquanto scarsa e comunque limitata ai soli intervalli arenacei.
- un *complesso argilloso-marnoso-calcareo* costituito da argille scagliose, marne argilloso-siltose, argilliti e calcari marnosi, con intercalazioni di calcareniti e calcari, e caratterizzato da una permeabilità per porosità trascurabile e per fratturazione nei termini calcarei e calcareo-marnosi piuttosto bassa. In tale complesso la possibilità che si instauri una circolazione idrica sotterranea risulta molto scarsa e comunque limitata ai soli intervalli calcarei.

6 - CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI TERRENI.

6.1 - Caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo del territorio e dei siti

I terreni affioranti nel territorio in esame, escludendo quelli più recenti (quaternari) di natura detritico-alluvionale, posti prevalentemente in corrispondenza degli alvei torrentizi, e quelli eluvio-colluviali, presenti diffusamente lungo i versanti collinari, risultano con buona probabilità appartenere nel complesso e per gran parte all' *Unità del Sannio*.

Secondo studi recenti (Patacca & Scandone, 2004), infatti, tale Unità (*Unità del Sannio*) risulterebbe costituita nella sua parte basale dai terreni del *Flysch Rosso* e delle *Argille Varicolori p.p* (Cretaceo Inferiore – Burdigaliano) presenti estesamente in tutto il Sannio, terreni costituiti per lo più da argille rosse,



grigie e verdi con intercalazioni di calcareniti, calcari marnosi, marne ed arenarie. In continuità di sedimentazione sul Flysch Rosso e le Argille Varicolori si ritroverebbe poi il *Flysch Numidico* (Burdigaliano Superiore) costituito prevalentemente da quarzareniti torbiditiche di colore giallo ocra e su cui poggerebbe la *Formazione di Serra Cortina* (Langhiano – Tortoniano Inferiore).

Sull'intera *Unità del Sannio* si ritroverebbe, infine, in discordanza angolare la *Formazione di S. Bartolomeo* costituita prevalentemente da arenarie litiche a grana grossa ed arcosi medio-fini con livelli conglomeratici.

Studi condotti da Selli in passato (1962 e 1964) individuavano nel territorio in esame la presenza di terreni appartenenti:

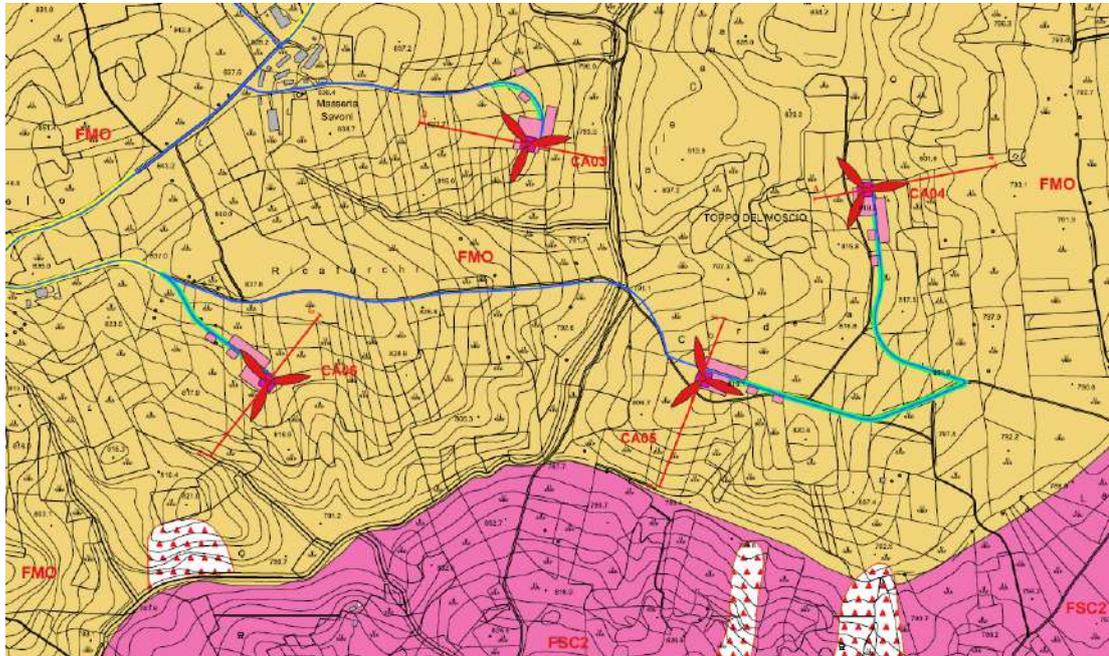
- alla *Formazione Molinara*, di età Miocene Inferiore – Medio, in cui è possibile distinguere la *Facies Molinara s.s.*, costituita da arenarie tenere o cementate, quarzose, giallastre o grigio-giallastre, con livelli conglomeratico-marnosi ed argilloso-siltosi;
- alla *Formazione S. Croce*, di età Miocene Inferiore, costituita da due *Facies* (*Facies S. Lupo e Frasso* costituita prevalentemente da breccie e brecciole calcaree, calcari bianchi subcristallini, con intercalazioni di calcareniti, di marne grigio-avana e di marne ed argille rosa e *Facies di Campolattaro* costituita argille, argilliti, marne e selci con intercalazioni di calcari marnosi, marne arenacee ed arenarie varicolori);
- alla *Formazione di Lame*, di età Oligocene, ed in particolare alla *Facies Lame s.s.* costituita prevalentemente da argille scagliose rosse, verdi e grigie con intercalazioni di marne argilloso-siltose varicolori.

Gli studi più recenti ascrivono i terreni della *Formazione di S. Croce*, unitamente a quelli della *Formazione di Lame*, alla parte basale dell' *Unità del Sannio* (*Flysch Rosso e Argille Varicolori*), attribuendogli un'età Cretacico Inferiore – Burdigaliano, mentre i terreni della *Formazione Molinara* vengono ricondotti in parte alla porzione sommitale dell' *Unità del Sannio* (*Quarzareniti Numidiche e Formazione di Serra Cortina*) ed in parte ai depositi silicoclastici miocenici della *Formazione di San Bartolomeo*.

Scendendo ad un maggior dettaglio il sottosuolo della zona, su cui sono previsti tutti gli aerogeneratori in progetto, risulta caratterizzato (cfr. cartografia



geologica in allegato) dalla presenza di arenarie tenere o cementate, quarzose, giallastre o grigio-giallastre, in grossi banchi, con livelli conglomeratico-marnosi ed argilloso-siltosi, terreni attribuiti dal Selli (1962 – 1964) alla *Formazione Molinara* ed in particolare alla *Facies Molinara s.s.*



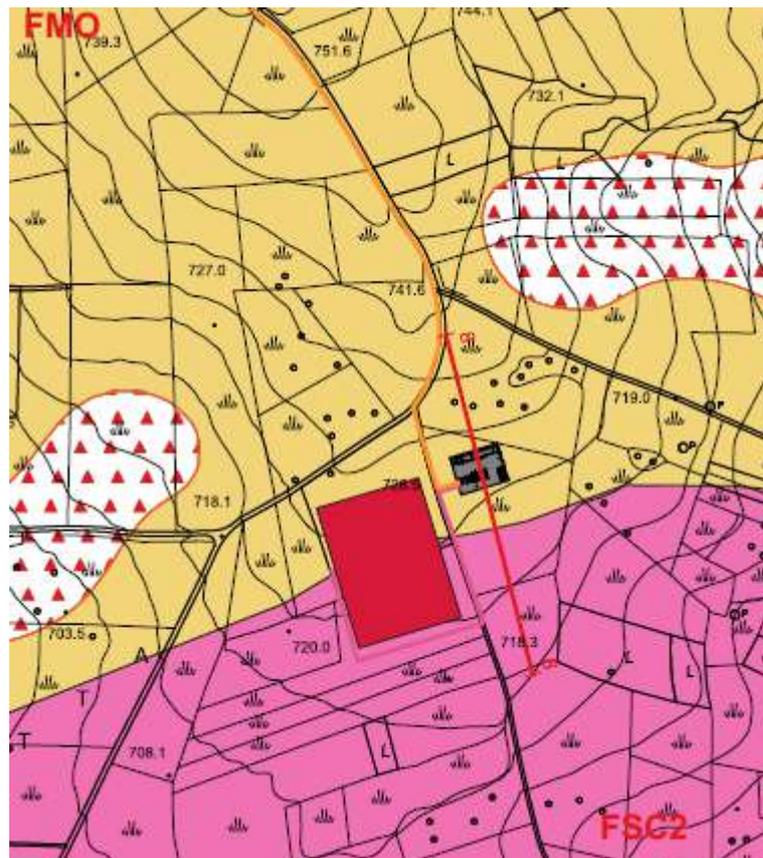
Stralcio Carta Geologica a scala 1:5.000 (TAV.3)

- Formazione Molinara (Miocene Inferiore - Medio)
- FMO** - Facies Molinara s.s.
Arenarie tenere o cementate, quarzose, giallastre o grigio-giallast con livelli conglomeratico-marnosi ed argilloso-siltosi
- Formazione S. Croce (Miocene Inferiore)
- FSC1** - Facies S. Lupo e Frasso
Breccie e brecciole calcaree, calcari bianchi subcristallini, con intercalazioni di calcareniti, di marne grigio-avana e di marne ed argille rosa
- FSC2** - Facies Campolattaro
Argille, argilliti, marne e selci con intercalazioni di calcari marnosi, marne arenacee ed arenarie varicolori
- Formazione Lame (Oligocene ?)
- FLM** - Facies Lame s.s.
Argille scagliose rosse, verdi e grigie con intercalazioni di marne argilloso-siltose varicolori
-  frane

Anche per quanto riguarda il sottosuolo dell'area su cui è prevista la stazione di trasformazione 30-150 KV, esso risulta caratterizzato, come per i siti degli aerogeneratori, dalla presenza dei terreni della *Formazione Molinara* ed in particolare della *Facies Molinara s.s.*



In tutte le aree, comunque, nei primi metri di profondità è possibile rinvenire con spessore variabile da zona a zona una coltre “detritica” superficiale derivante in parte da processi eluvio-colluviali ed in parte dall’alterazione in loco (coltre di alterazione) della sottostante formazione “rocciosa” geologica. Le caratteristiche granulometriche e litologiche di quest’ultima (coltre di alterazione) appaiono intimamente legate alla litologia del substrato “madre” ed alla tipologia di eventi “erosivi” a cui quest’ultimo è stato sottoposto nel tempo.



Stralcio Carta Geologica a scala 1:5.000 (TAV.6)

Per quanto riguarda il tracciato del cavidotto in progetto la sua porzione definibile come interna al parco attraversa aree caratterizzate, alla stregua dei siti degli aerogeneratori, da un sottosuolo dominato come substrato geologico dai terreni della *Formazione Molinara* ed in particolare della *Facies Molinara s.s.* La porzione esterna al parco attraversa lungo la sua estensione tutte le diverse formazioni presenti nel territorio in esame, dalla *Formazione Molinara* alla *Formazione Lame* (cfr. tavole 4, 5 e 6 della carta geologica presenti in allegato).

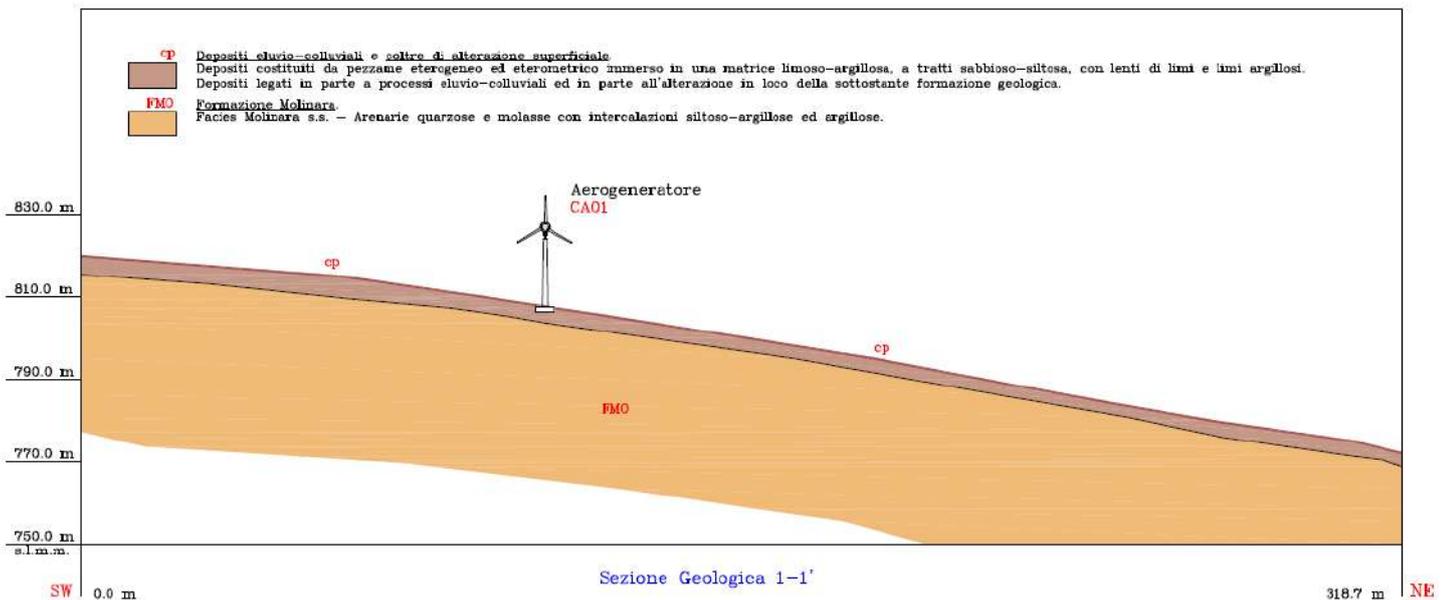


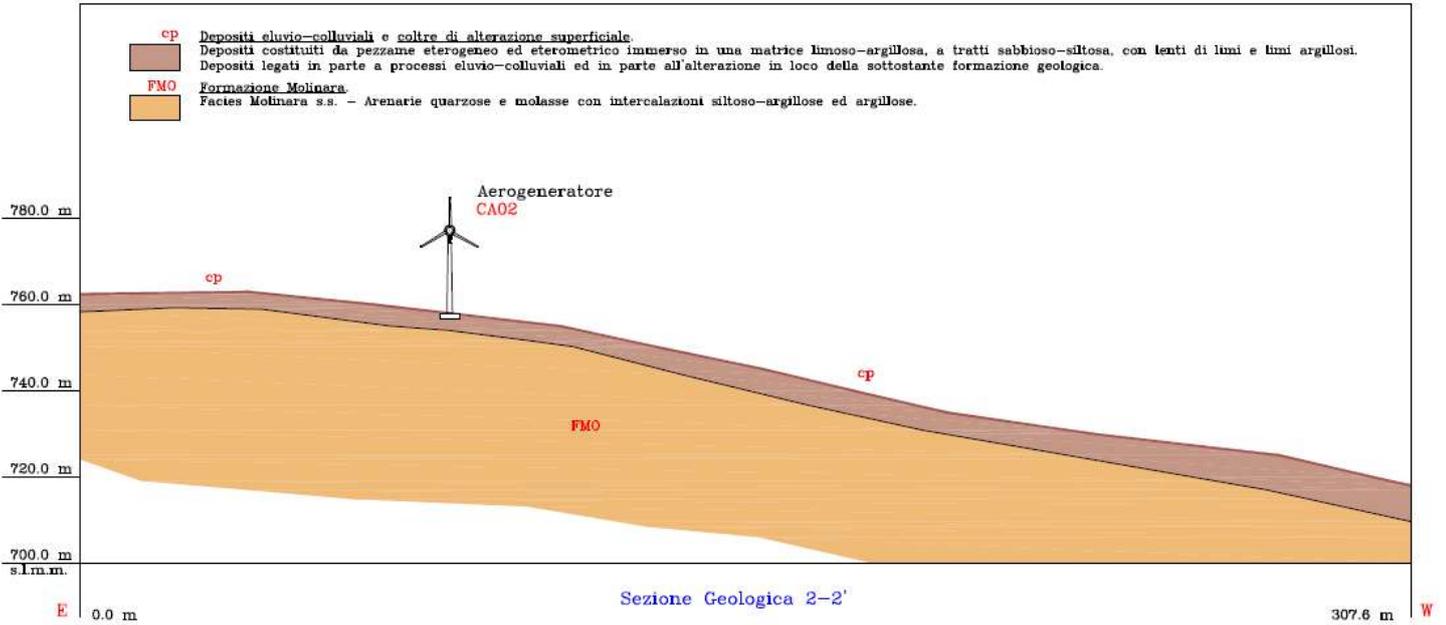
Un quadro senza dubbio più preciso delle caratteristiche litostratigrafiche locali del sottosuolo di ciascuna area coinvolta dal progetto sarà possibile realizzarlo solo dopo l'esecuzione di opportune indagini geologiche e geognostiche in situ.

6.2 – Modello geologico del sottosuolo.

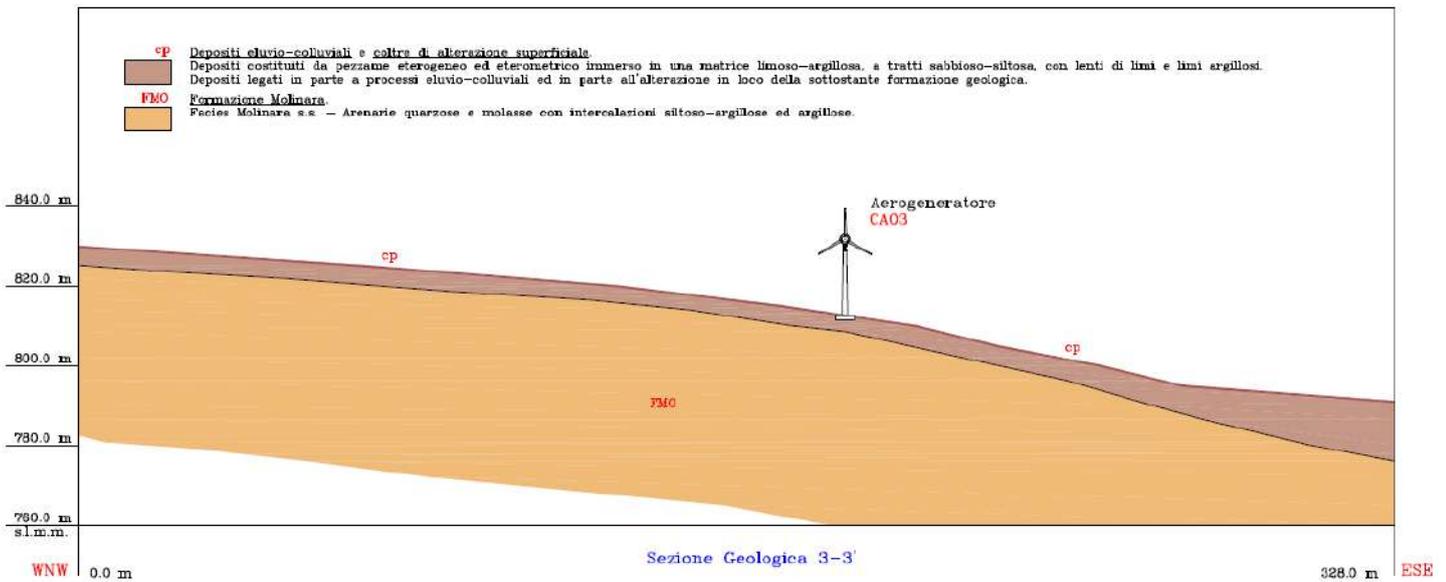
Sulla base dei dati stratigrafici e cartografici ottenuti dallo studio bibliografico condotto per il presente studio è stato possibile realizzare un *modello geologico del sottosuolo* di massima (schematico) per ciascuna delle aree principali coinvolte dal progetto (aree interessate dalle principali strutture in elevazione), ciascun modello rappresentato da una delle sezioni geologiche qui di seguito proposte e riportate anche in allegato.

6.2.1 – Modello geologico per le aree degli aerogeneratori.

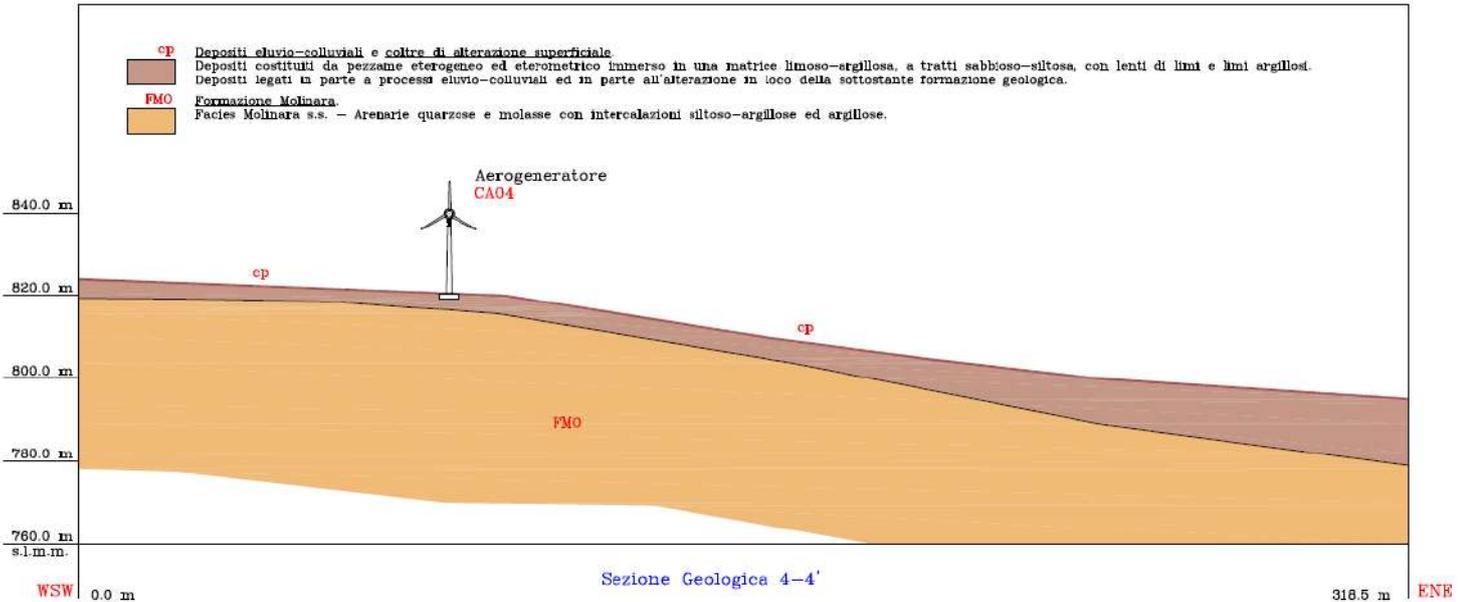




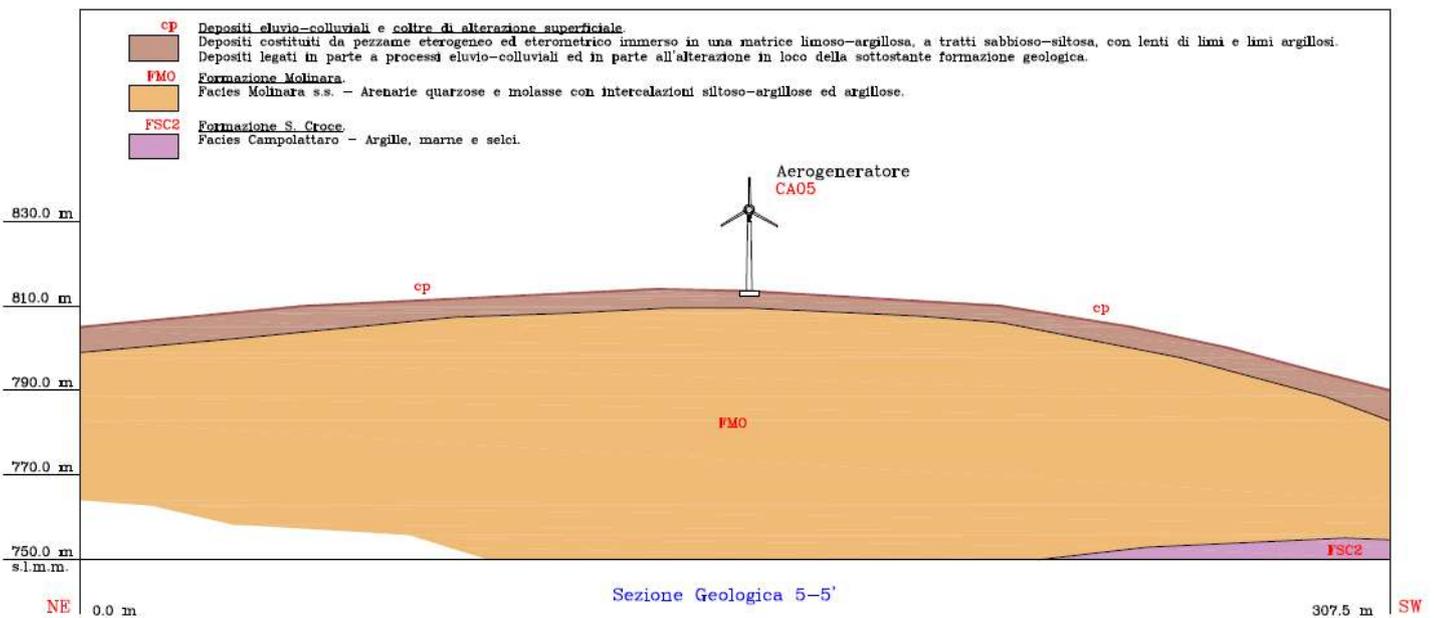
Sezione Geologica 2-2' (aerogeneratore CA02)



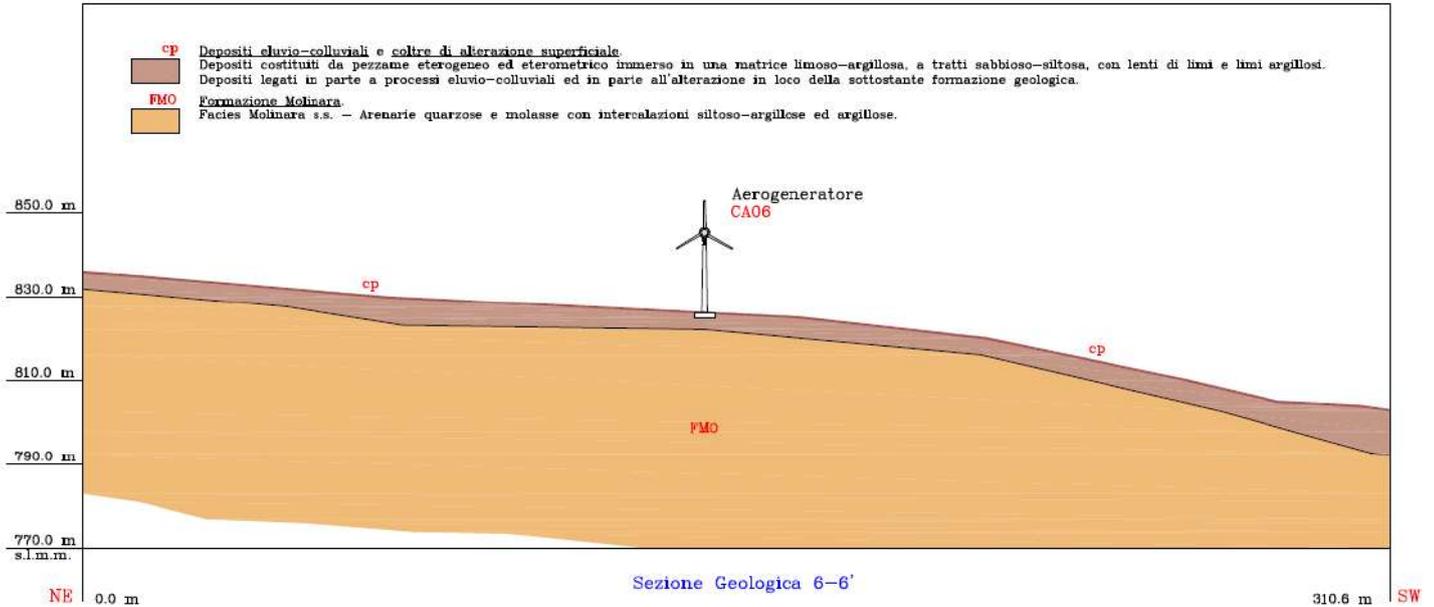
Sezione Geologica 3-3' (aerogeneratore CA03)



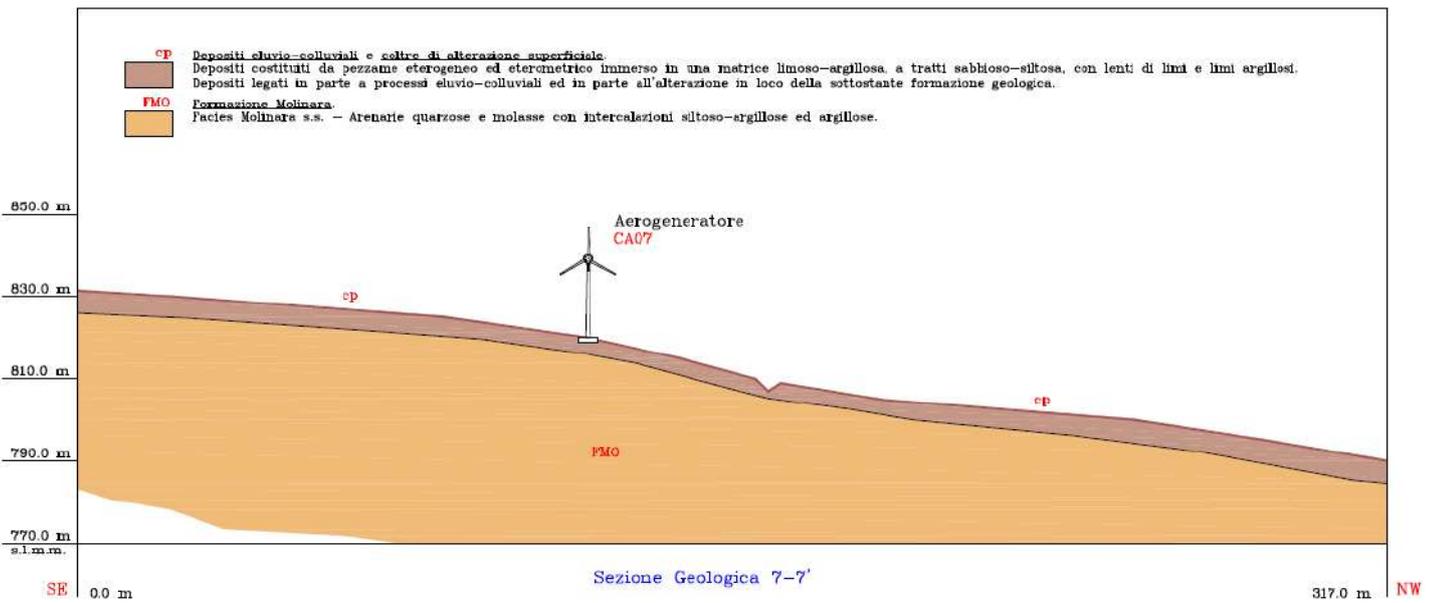
Sezione Geologica 4-4' (aerogeneratore CA04)



Sezione Geologica 5-5' (aerogeneratore CA05)



Sezione Geologica 6-6' (aerogeneratore CA06)



Sezione Geologica 7-7' (aerogeneratore CA07)

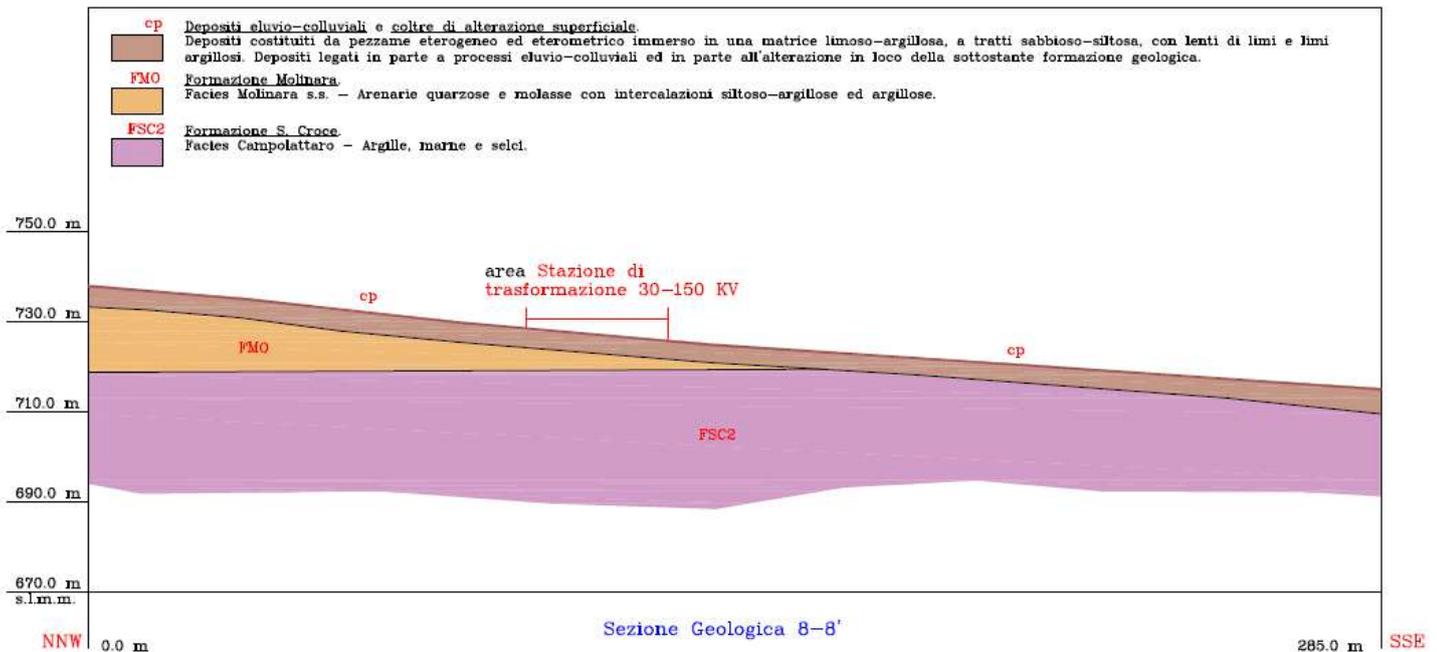
Appare evidente come tali sezioni siano una rappresentazione molto schematica ed approssimativa del sottosuolo delle singole aree degli aerogeneratori in progetto. Un quadro senza dubbio più preciso delle caratteristiche litostratigrafiche locali del sottosuolo di ciascuna area sarà possibile realizzarlo solo dopo l'esecuzione di sondaggi geognostici.



In tale fase preliminare, in mancanza di dati stratigrafici puntuali, è possibile assegnare schematicamente al sottosuolo delle aree appartenenti al territorio interessato dagli aerogeneratori e dal cavidotto interno al parco, nonché del tratto iniziale del cavidotto esterno al parco, la seguente successione stratigrafica:

Stratigrafia schematica per le aree degli aerogeneratori		
Simbologia	Profondità (m) base strato	Descrizione
	1.00-1.20	Suolo vegetale – limi argillosi e sabbiosi pedogenizzati
	4.00-5.00	Depositi spesso caotici di sabbie, sabbie limose e sabbie argillose con pezzame prevalentemente arenaceo diffuso e lenti e livelli argilloso-limosi (depositi in parte eluvio-colluviali ed in parte di alterazione in loco della sottostante “formazione geologica”).
	30.00-40.00	Arenarie quarzose e molasse con intercalazioni siltoso-argillose ed argillose (<i>Facies Molinara ss – Formazione Molinara</i>).

6.2.2 – Modello geologico per l'area della stazione di trasformazione 30-150KV.



Sezione Geologica 8-8' (area stazione di trasformazione)



Anche per quanto riguarda la sezione relativa all'area della stazione di trasformazione 30-150 KV essa risulta essere una mera rappresentazione schematica del sottosuolo.

In questa fase preliminare di studio, prendendo spunto sempre dai dati ottenuti dallo studio bibliografico svolto per la presente relazione, è possibile assegnare schematicamente al sottosuolo dell'area della stazione di trasformazione in progetto la seguente successione stratigrafica:

<i>Stratigrafia schematica per l'area della stazione di trasformazione</i>		
<i>Simbologia</i>	<i>Profondità (m) base strato</i>	<i>Descrizione</i>
	1.00-1.20	Suolo vegetale – limi argillosi e sabbiosi pedogenizzati
	4.00-5.00	Depositi spesso caotici di sabbie, sabbie limose e sabbie argillose con pezzame prevalentemente arenaceo diffuso e lenti e livelli argilloso-limosi (depositi in parte eluvio-colluviali ed in parte di alterazione in loco della sottostante "formazione geologica").
	7.00-10.00	Arenarie quarzose e molasse con intercalazioni siltoso-argillose ed argillose (<i>Facies Molinara ss – Formazione Molinara</i>).
	30.00-40.00	Argille, argilliti, marne e selci con intercalazioni di calcari marnosi, marne arenacee ed arenarie (<i>Facies Campolattaro – Formazione S. Croce</i>)

Anche per il sottosuolo di quest'area un quadro senza dubbio più preciso sarà possibile realizzarlo solo dopo la necessaria esecuzione di sondaggi geognostici.

7 - CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.

Per quanto riguarda l'individuazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo delle diverse aree coinvolte dal progetto, con una maggiore attenzione per le aree su cui sono previste le principali strutture in elevazione (aerogeneratori e stazione di trasformazione 30-150 KV), tali caratteristiche sono state qui desunte, in mancanza di indagini geognostiche svolte direttamente



sui siti, da dati derivanti da lavori svolti nel tempo in aree ricadenti nello stesso territorio o ad esso assimilabili dal punto di vista geologico e litostratigrafico, unitamente da dati presenti nella letteratura tecnico-scientifica riguardanti il territorio in questione.

Sulla base dell'analisi di tale mole di dati raccolti è stato possibile, seppur in via approssimativa e preliminare, ricostruire per l'intera zona coinvolta dalla realizzazione degli aerogeneratori con relative piazzole e strutture accessorie, nonché per le aree attraversate dal cavidotto interno al parco e dal tratto iniziale di quello esterno al parco, una stratigrafia geotecnica schematica così come di seguito riportata mediante tabella riassuntiva.

Aree degli aerogeneratori in progetto						
Litologia prevalente	Profondità (m) base strato	Peso unità di volume naturale γ_n (t/m ³)	Peso unità di volume saturo γ_{sat} (t/m ³)	Angolo d' attrito ϕ (°)	Coesione C (Kg/cm ²)	Modulo edometrico Ed (Kg/cm ²)
Suolo vegetale – limi argillosi e sabbiosi pedogenizzati.	1.0-1.2	1.75-1.85	1.90-2.00	21-22	0.10-0.20	20-30
Depositi spesso caotici di sabbie, sabbie limose e sabbie argillose con pezzame prevalentemente arenaceo diffuso e lenti e livelli argilloso-limosi (depositi in parte eluvio-colluviali ed in parte di alterazione in loco della sottostante "formazione geologica").	4.0-5.0	1.80-1.90	1.95-2.10	25-28	0.05-0.50	40-60
Arenarie quarzose e molasse con intercalazioni silteoso-argillose ed argillose (<i>Facies Molinara ss – Formazione Molinara</i>)	30.0-40.0	2.20-2.40	//	35-40	0.30-0.60	200-400



Per l'area ove è prevista la realizzazione della stazione di trasformazione 30-150 KV è possibile ipotizzare, sempre in via approssimativa e preliminare, la seguente stratigrafia geotecnica:

Area della stazione di trasformazione in progetto						
Litologia prevalente	Profondità (m) base strato	Peso unità di volume naturale γ_n (t/m ³)	Peso unità di volume saturo γ_{sat} (t/m ³)	Angolo d' attrito ϕ (°)	Coesione C (Kg/cm ²)	Modulo edometrico Ed (Kg/cm ²)
Suolo vegetale – limi argillosi e sabbiosi pedogenizzati.	1.0-1.2	1.75-1.85	1.90-2.00	21-22	0.10-0.20	20-30
Depositi spesso caotici di sabbie, sabbie limose e sabbie argillose con pezzame prevalentemente arenaceo diffuso e lenti e livelli argilloso-limosi (depositi in parte eluvio-colluviali ed in parte di alterazione in loco della sottostante "formazione geologica").	4.0-5.0	1.80-1.90	1.95-2.10	25-28	0.05-0.50	40-60
Arenarie quarzose e molasse con intercalazioni siltoso-argillose ed argillose (<i>Facies Molinara ss – Formazione Molinara</i>)	7.0-10.0	2.20-2.40	//	35-40	0.30-0.60	200-400
Argille, argilliti, marne e selci con intercalazioni di calcari marnosi, marne arenacee ed arenarie (<i>Facies Campolattaro – Formazione S. Croce</i>).	30.0-40.0	2.20-2.50	//	30-40	0.50-0.70	300-400



Le suddette stratigrafie geotecniche sono comunque riferibili ad una “verticale tipo” che in termini geotecnici può essere la più “scadente” riscontrabile nelle diverse aree.

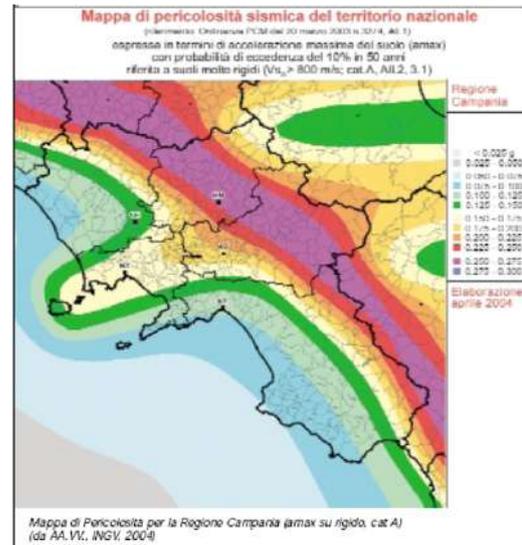
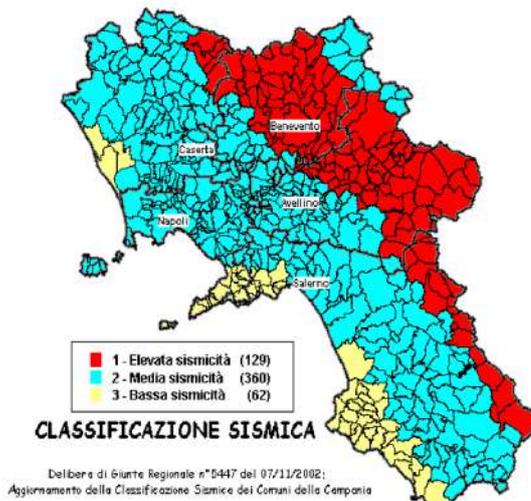
Come già ribadito, un quadro più preciso delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del sottosuolo delle diverse aree di sedime degli aerogeneratori in progetto, nonché di quelle coinvolte dalle relative strutture accessorie (piazzole, ecc.), da quelle di connessione (cavidotto MT) e dalla stazione di trasformazione 30-150 KV, sarà possibile realizzarlo solo dopo l’esecuzione di opportune indagini geognostiche in situ e di laboratorio geotecnico.

8 - CARATTERISTICHE SISMICHE.

Come già detto in precedenza l’area, su cui è previsto il campo eolico in progetto, risulta posta nel territorio comunale di Castelpagano, nella Provincia di Benevento e, quindi, nella Regione Campania, interessando nel contempo anche (rete di cavidotti e stazione di trasformazione 30-150 KV) i vicini comuni di Circello e Morcone, e per un piccolo tratto di cavidotto quello di Colle Sannita.

In particolare le principali strutture in elevazione previste risultano ricadere per gran parte nel Comune di Castelpagano, per quanto attiene gli aerogeneratori, e per una parte, stazione di trasformazione 30-150 KV, nel Comune di Morcone.

Sulla base della D.G.R. n° 5447 del 2002 il territorio comunale di Castelpagano, così come quello di Morcone, risulta classificato dal punto di vista sismico come Zona 1.



Carta dei diversi gradi di sismicità in Campania Mappa di Pericolosità per la Regione Campania

Inoltre, nell’ambito dell’Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 2003 gli stessi territori comunali di Castelpagano e di Morcone risultano collocati dal punto di vista sismico nella Zona 1 sulla base dei valori di accelerazione orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (vedasi tabella sottostante).

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

da Allegato 1 all’ Ordinanza 3274/03 – “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche”

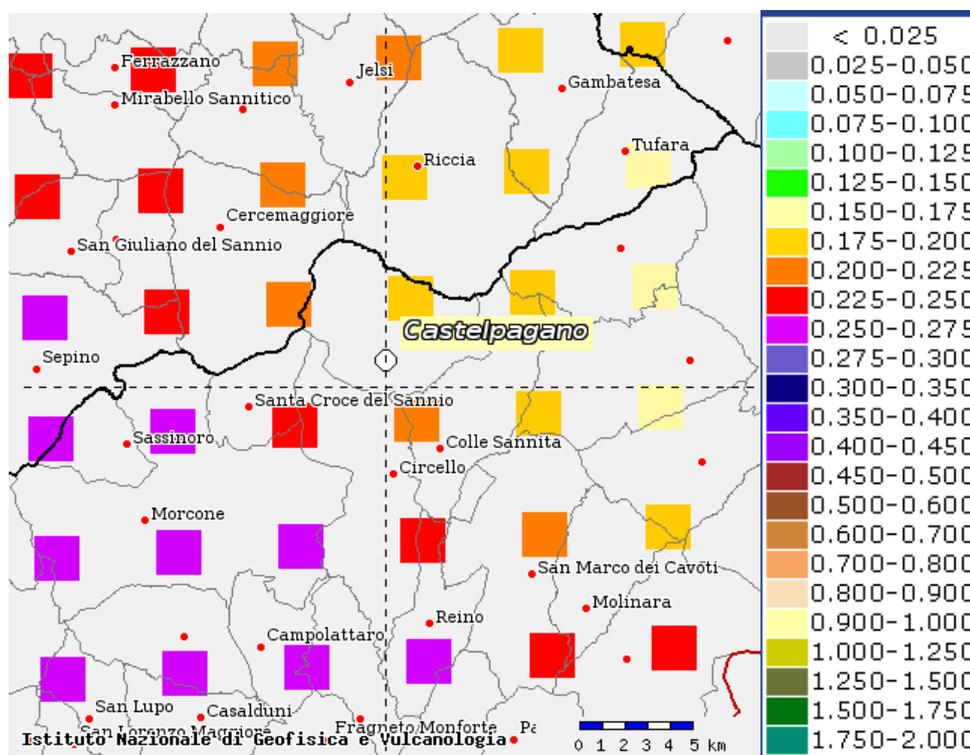
Sulla base di tali classificazioni macrosismiche il valore di accelerazione orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, da assegnare ai due territori comunali è di 0.35 g.

Per una stima più puntuale di a_g nell’ambito dei territori di Castelpagano e di Morcone è possibile ricorrere agli elaborati grafici prodotti nell’ambito del *Progetto DCP-INVG S1* relativo alle valutazioni di a_g (16mo, 50mo e 84mo percentile) con le seguenti probabilità di superamento in 50 anni: 81%, 63%, 50%, 39%, 30%, 22%, 5%, 2%, rispettivamente corrispondenti a periodi di ritorno di 30, 50, 72, 100, 140, 200, 975 e 2475 anni.



I valori di pericolosità sismica riportati dalle seguenti carte sono espressi in termini di accelerazione massima del suolo (a_g = frazione della accelerazione di gravità), riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s ovvero cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005), con probabilità di eccedenza in 50 anni pari a: 81%, 63%, 50%, 39%, 30%, 22%, 5% e 2%.

Viene riportata qui di seguito, in riferimento ai valori di a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e 50mo percentile, la carta relativa all'intera zona di interesse, in cui ricade il territorio comunale di Castelpagano, unitamente a quello di Morcone.



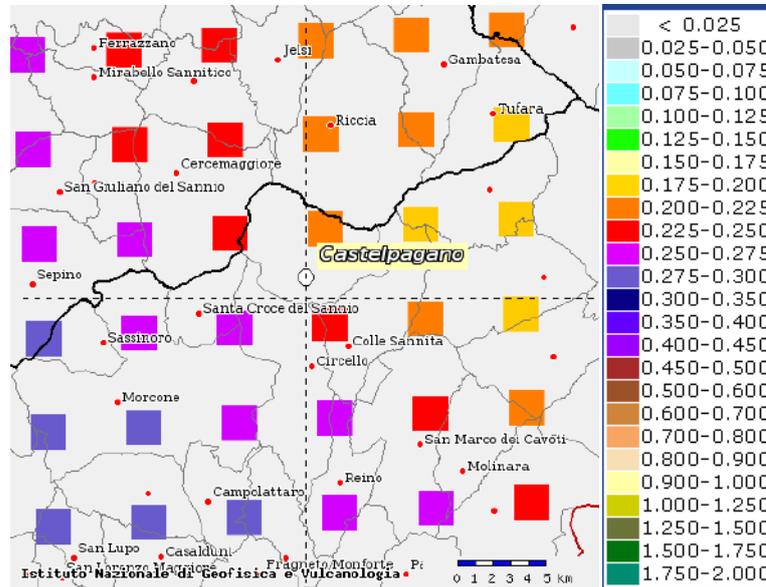
Valori di a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e 50mo percentile

In tale carta per primo si nota come i valori di a_g , partendo dai Comuni posti a NE del territorio di Castelpagano, ove essi sono nell'ordine di 0.175-0.200 g, tendano a crescere progressivamente verso SW, ove assumono valori di 0.250-0.275g.

In particolare per il territorio in esame, coinvolto dal progetto del parco eolico, è possibile prevedere un valore di a_g compreso tra 0.175-0.275 g.

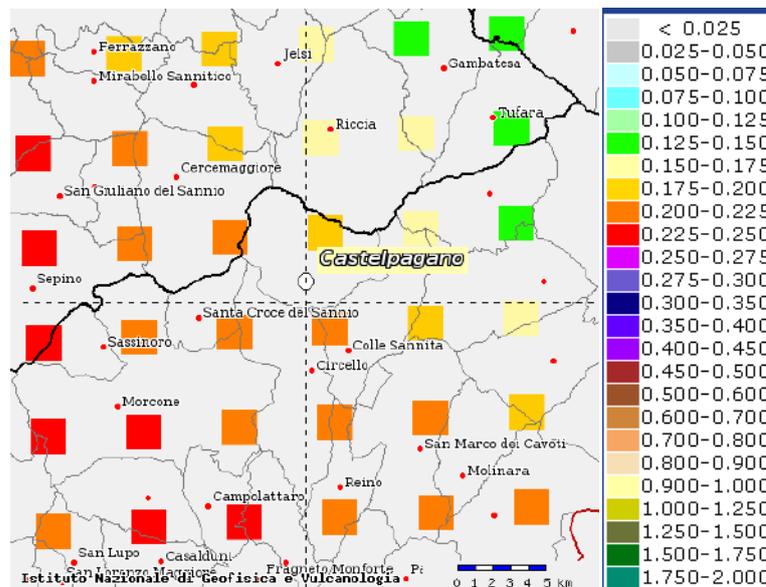


Di seguito vengono riportate per lo stesso territorio in questione altre carte relative a diverse valutazioni di a_g (16mo, 50mo e 84mo percentile) con varie probabilità di superamento in 50 anni: 10%, 5%, 2%.



Valori di a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e 84mo percentile

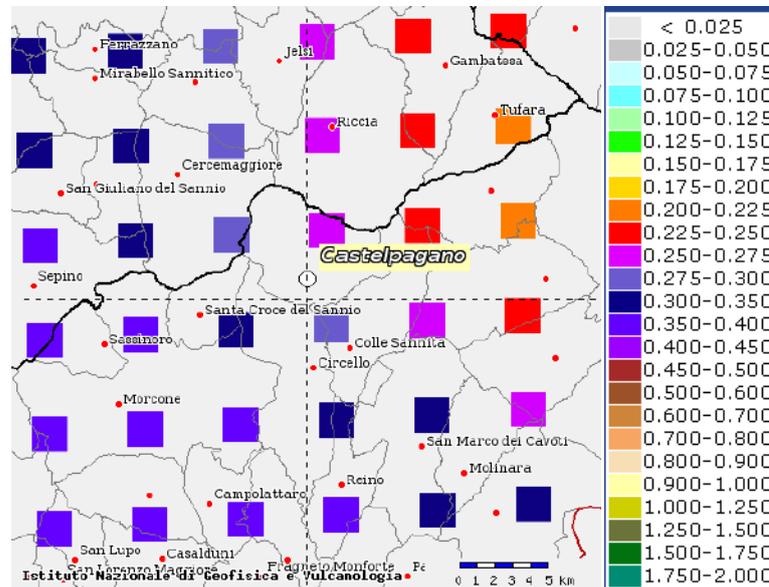
In tal caso per l'area in esame è previsto un valore di a_g compreso tra 0.200-0.300 g



Valori di a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e 16mo percentile

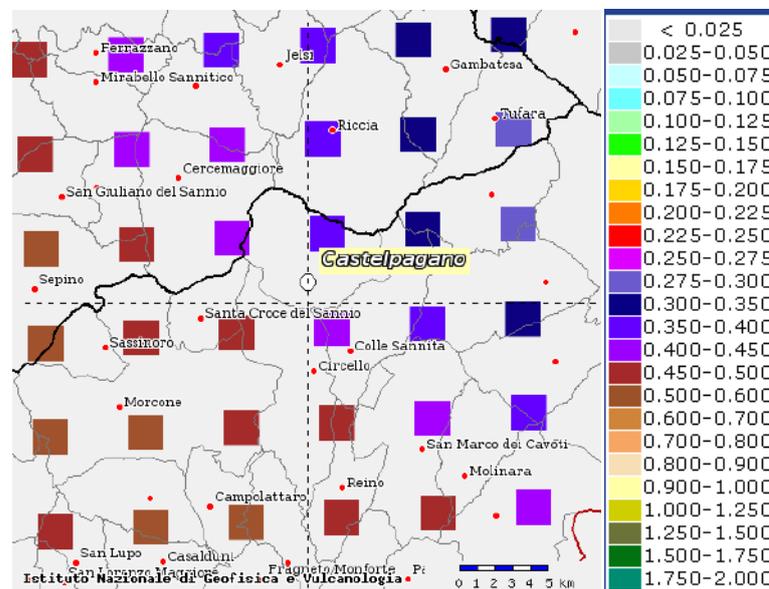


In tal caso per l'area in esame è previsto un valore di a_g compreso tra 0.175-0.250 g



Valori di a_g con probabilità di superamento del 5% in 50 anni e 50mo percentile

In tal caso per l'area in esame è previsto un valore di a_g compreso tra 0.250-0.400 g



Valori di a_g con probabilità di superamento del 2% in 50 anni e 50mo percentile

In tal caso per l'area in esame è previsto un valore di a_g compreso tra 0.350-0.600 g.



Per valutare la bontà della corrispondenza della distribuzione statistica dei valori di a_g stimati nell'ambito del *Progetto DCP-INVG S1* per ciascuna area coinvolta dal progetto in esame con quelli reali di sito è necessario ricorrere alla procedura di analisi contenuta nelle *Norme Tecniche per le Costruzioni 2018* (D.M. del 17-01-2018).

In tali Norme Tecniche si afferma come *ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II (cfr. tabella sottostante), si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .*

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3.2.II da NTC 2018

I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.



La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Nel nostro caso, le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo di ciascuna area coinvolta dal progetto in esame e la mancanza in esso, almeno sulla base del grado di conoscenza fin qui raggiunto attraverso lo studio bibliografico svolto per il presente studio, di un substrato rigido (con V_s maggiore o uguale a 800 m/s), nonché di fenomeni di inversione di velocità, nei primi 30/35 m di profondità dal piano campagna locale consentono di fare riferimento in via preliminare ad un *approccio semplificato*, attribuendo genericamente al sottosuolo di ciascun sito una delle categorie di Tabella 3.2.II (Categorie di sottosuolo) ed utilizzando il parametro $V_{S,30}$.



Sulla base dell'analisi condotta durante lo studio bibliografico svolto in fase di preparazione alla stesura della presente relazione, dei risultati di varie indagini sismiche (MASW, Down-Hole, ecc.) realizzate in passato su zone appartenenti allo stesso "territorio geologico" di quello qui in esame e di dati sismici presenti nella letteratura scientifica, è possibile attribuire in via preliminare e genericamente al sottosuolo delle diverse aree in esame una *Categoria di sottosuolo C* (tabella 3.2.II – NTC2018). Non si esclude comunque la possibilità di avere per taluni siti destinati agli aerogeneratori una categoria di sottosuolo *B* (tabella 3.2.II – NTC2018).

Ovviamente un quadro senza dubbio più esatto e preciso delle caratteristiche sismiche del sottosuolo delle aree di sedime degli aerogeneratori in progetto, nonché di quelle coinvolte dalle strutture accessorie (piazzole, ecc.) e dalla stazione di trasformazione, sarà possibile realizzarlo solo dopo l'esecuzione di opportune indagini sismiche in situ.

Inoltre, tenendo conto delle caratteristiche morfologiche delle diverse aree coinvolte dal progetto in esame è possibile attribuire genericamente a tutti i siti su cui sono previste opere in elevazione (siti degli aerogeneratori e sito della stazione di trasformazione) una *Categoria topografica T1* (tabella 3.2.III – NTC2018).

Tab. 3.2.III - *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Infine, viste le caratteristiche geomorfologiche, geologiche (assetto stratigrafico e litologia) e soprattutto idrogeologiche (assenza di una vera e propria falda idrica a profondità inferiore ai -15.0 m dal p.c. locale) del sottosuolo dell'intero territorio coinvolto dal progetto in esame, nonché le proprietà litologiche e geotecniche (caratteristiche granulometriche, addensamento, successione stratigrafica, ecc..) dei diversi litotipi ivi presenti fino a profondità tecnicamente significative, si esclude la possibilità che durante un evento sismico si possano verificare fenomeni di liquefazione dei terreni (vedasi paragrafo 7.11.3.4 delle N.T.C. 2018).



9 - STABILITA' DELLE AREE.

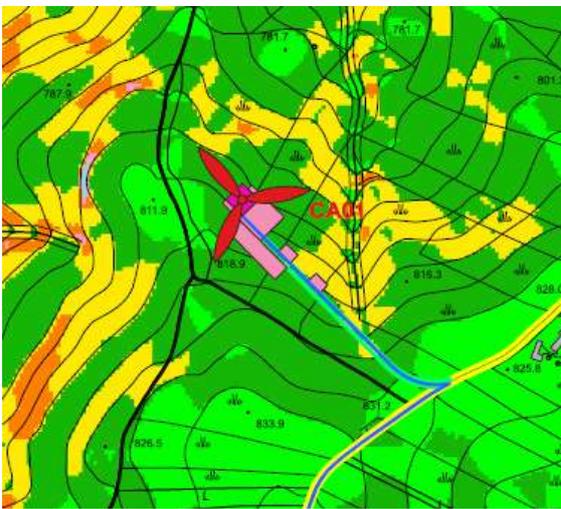
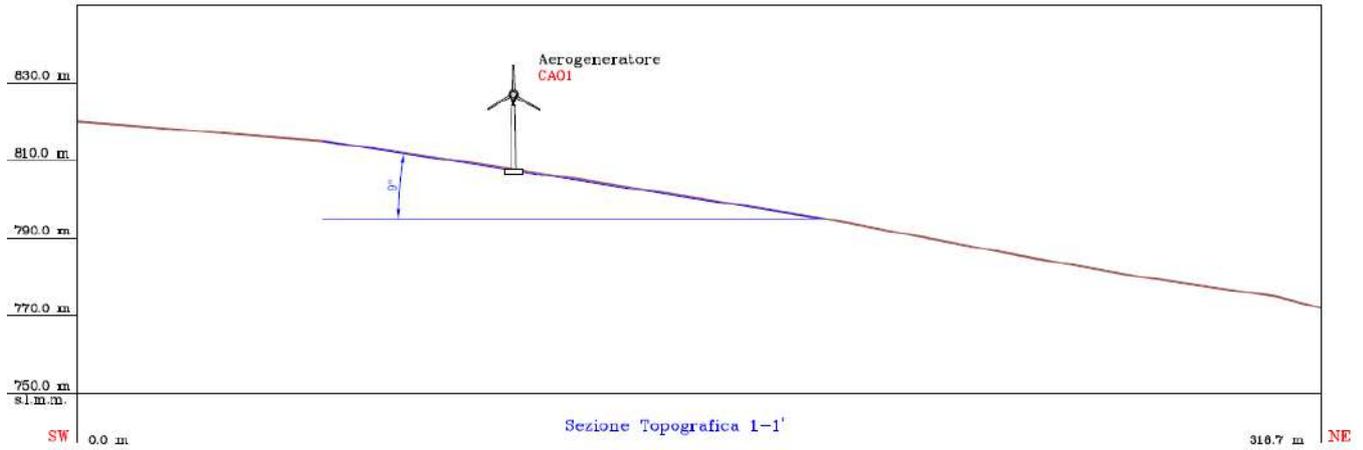
Per quanto concerne la definizione della stabilità delle diverse aree coinvolte dalla realizzazione del campo eolico in progetto, essa è attualmente basata, al di là delle osservazioni dirette (in situ) realizzate da chi scrive durante i rilevamenti di campagna, su quanto riportato dal *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico* (P.A.I.) dell'ex *Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno*, ora *Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale*, ed in particolare dalla cartografia allegata ad esso e relativa al *Rischio da frana*.

È risultata utile, inoltre, la realizzazione mediante GIS per il presente studio di una *carta clivometrica* e di una *carta geomorfologica* (cfr. tavole "Carta Clivometrica" e "Carta Geomorfologica" presenti in allegato), entrambe estese all'intero territorio coinvolto, nonché la sovrapposizione di tali carte con quelle geologiche, idrogeologiche e con la cartografia prodotta dal *progetto IFFI* (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) riguardante la Regione Campania.

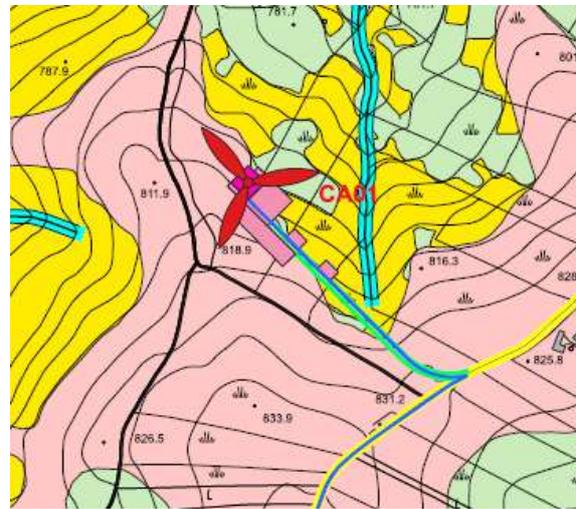
9-1: Siti degli aerogeneratori

9.1.1 – Aerogeneratore CA01

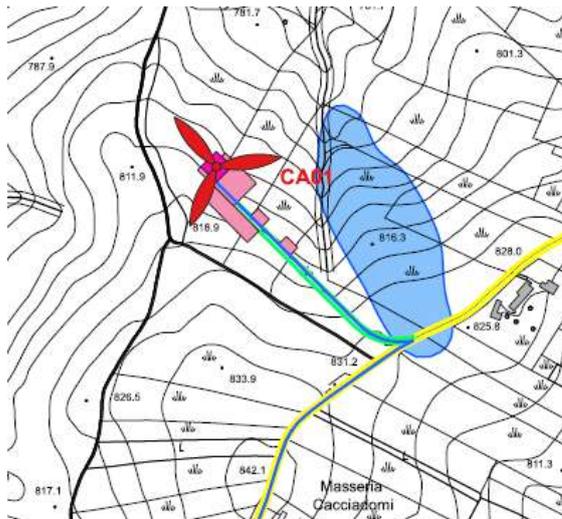
Il sito su cui è previsto l'aerogeneratore **CA01**, con relativa piazzola ed apparecchiature accessorie, posto altimetricamente ad una quota di circa 807 m s.l.m.m., risulta ubicato su un'area di crinale collinare, a bassa acclività, con pendenze qui mediamente non superiori ai 10°. Il sito, non interessato direttamente da movimenti franosi in atto (cfr. carta IFFI), per tale condizione morfologica appare allo stato attuale geomorfologicamente stabile.



Stralcio Carta Clivometrica



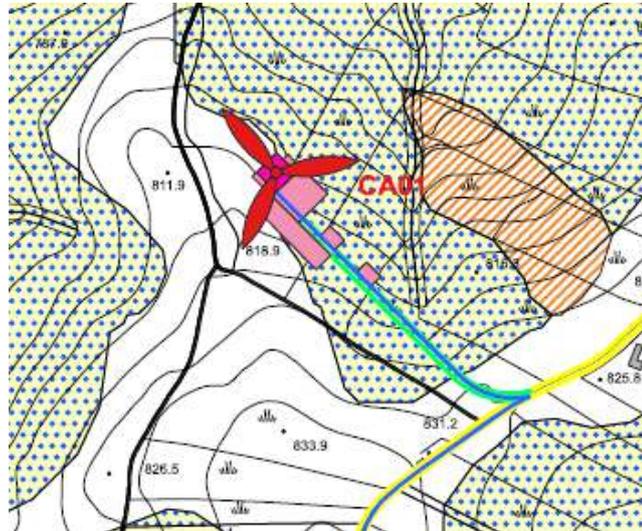
Stralcio Carta Geomorfologica



Stralcio Carta IFFI



Infatti, nella cartografia PAI il sito per una parte della sua estensione non risulta compreso tra le zone a *Rischio di frana* e per la restante parte ricade solo tra le aree “di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”.

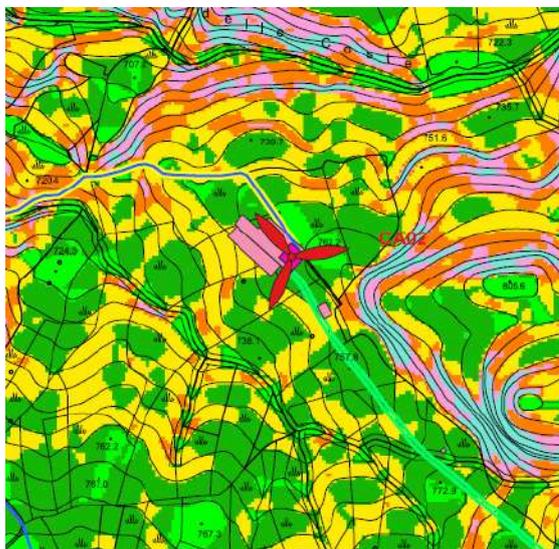
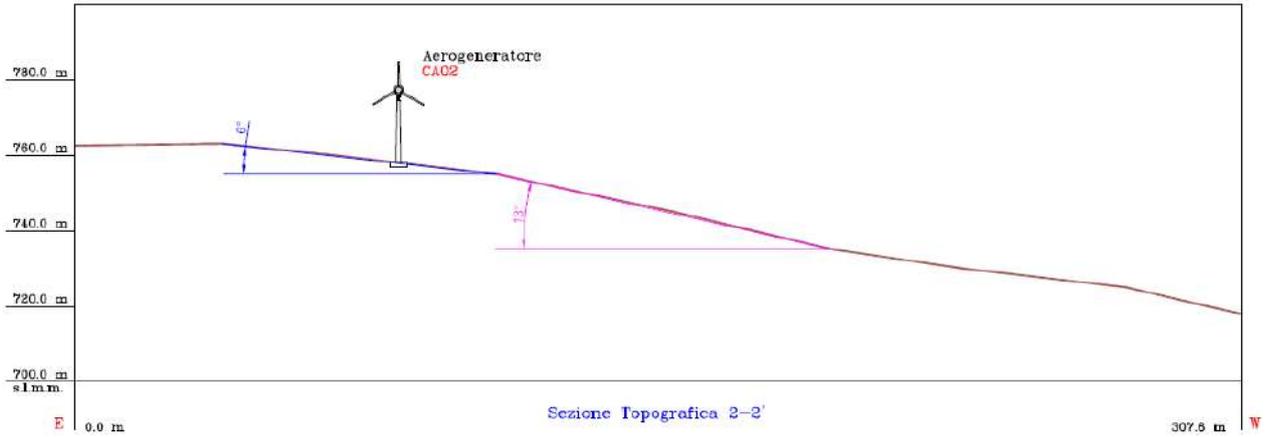


Stralcio Carta del Rischio di frana (ex AdB fiumi Liri-Garigliano e Volturno)

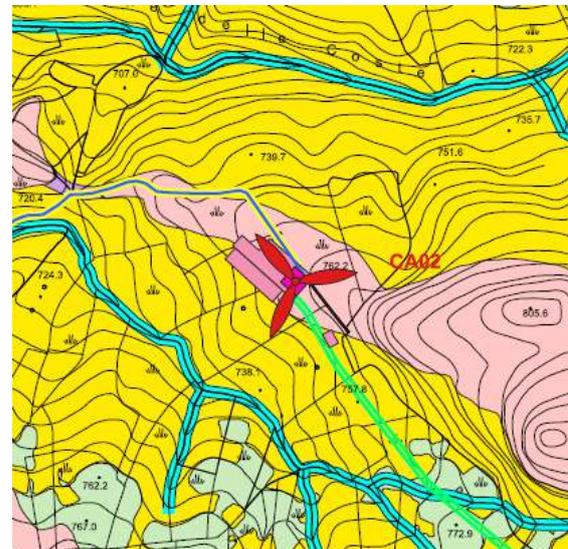
In virtù di tali condizioni l'opera in progetto (aerogeneratore) risulta allo stato attuale delle conoscenze compatibile con le caratteristiche dell'area su cui è prevista. In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità del sito e la presenza di eventuali criticità.

9.1.2 – Aerogeneratore CA02

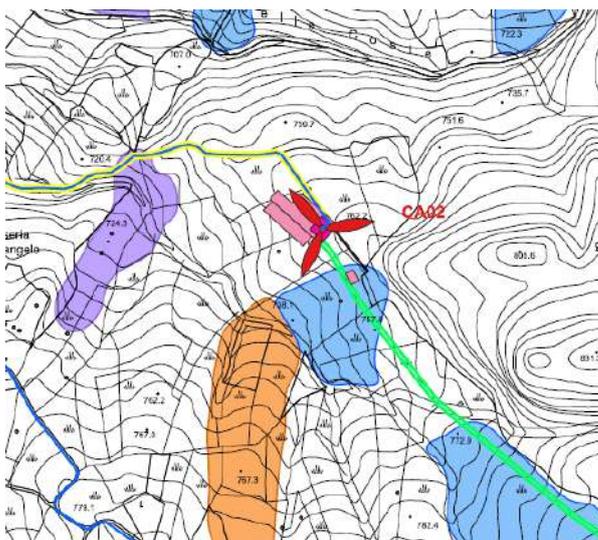
Il sito su cui è previsto l'aerogeneratore **CA02**, con relativa piazzola ed apparecchiature accessorie, posto altimetricamente ad una quota di circa 757 m s.l.m.m., risulta ubicato in corrispondenza di un'area di crinale collinare, a bassa acclività, con pendenze qui mediamente non superiori ai 6-7°. Il sito, non interessato direttamente da movimenti franosi in atto (cfr. carta IFFI), per tale condizione morfologica appare allo stato attuale geomorfologicamente stabile.



Stralcio Carta Clivometrica



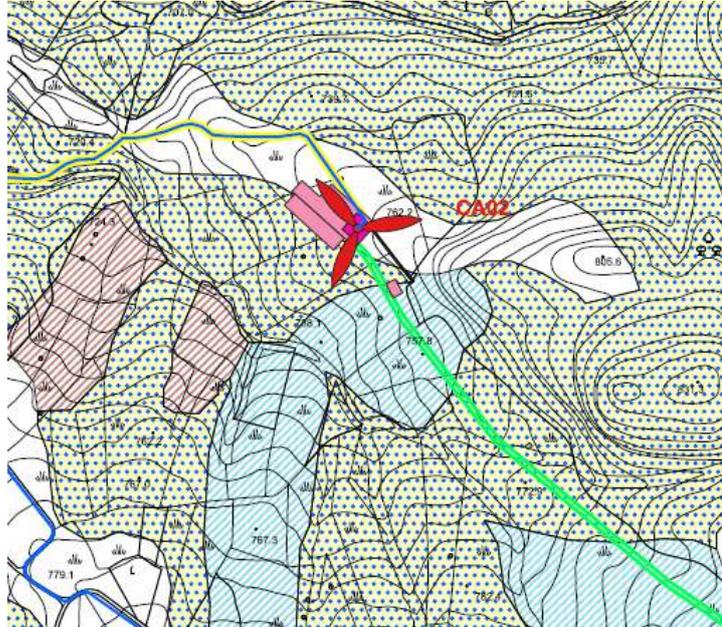
Stralcio Carta Geomorfologica



Stralcio Carta IFFI



Infatti, nella cartografia PAI il sito per gran parte della sua estensione non risulta compreso tra le zone a *Rischio di frana* e solo per una piccola parte ricade solo tra le aree “di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”.



Stralcio Carta del Rischio di frana (ex AdB fiumi Liri-Garigliano e Volturno)

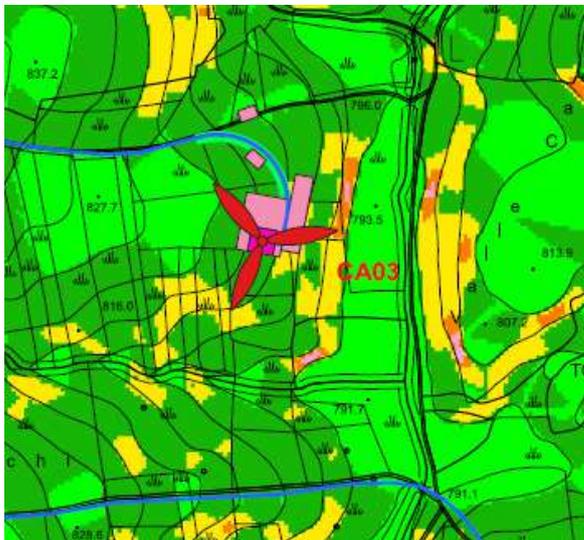
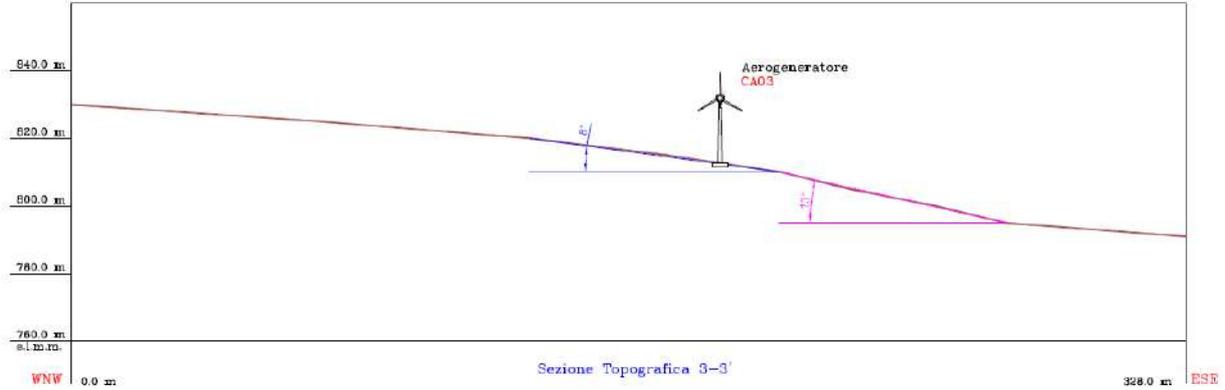
In virtù di tali condizioni l'opera in progetto (aerogeneratore) risulta allo stato attuale delle conoscenze compatibile con le caratteristiche dell'area su cui è prevista. In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità del sito e la presenza di eventuali criticità.

9.1.3 – Aerogeneratore CA03

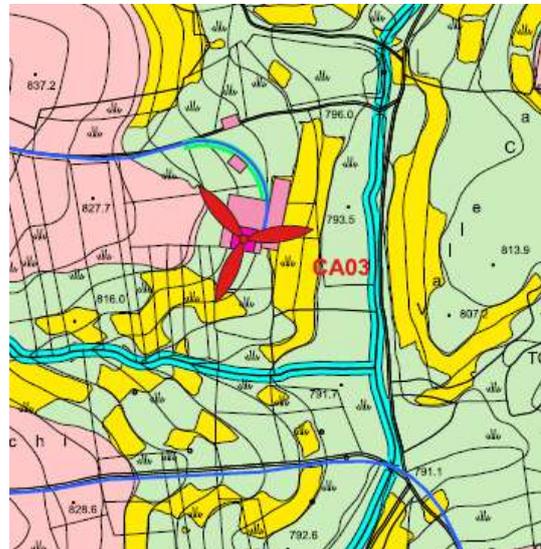
Il sito su cui è previsto l'aerogeneratore **CA03**, con relativa piazzola ed apparecchiature accessorie, posto altimetricamente ad una quota di circa 812 m s.l.m.m., risulta ubicato lungo la porzione sommitale, prossima al crinale, di un versante a bassa acclività, con pendenze qui mediamente non superiori agli 8°-



9°. Il sito, non interessato direttamente da movimenti franosi in atto (cfr. carta IFFI), per tale condizione morfologica appare allo stato attuale geomorfologicamente stabile.



Stralcio Carta Clivometrica



Stralcio Carta Geomorfologica



Stralcio Carta IFFI



Infatti, nella cartografia PAI il sito ricade solo tra le aree “di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”.

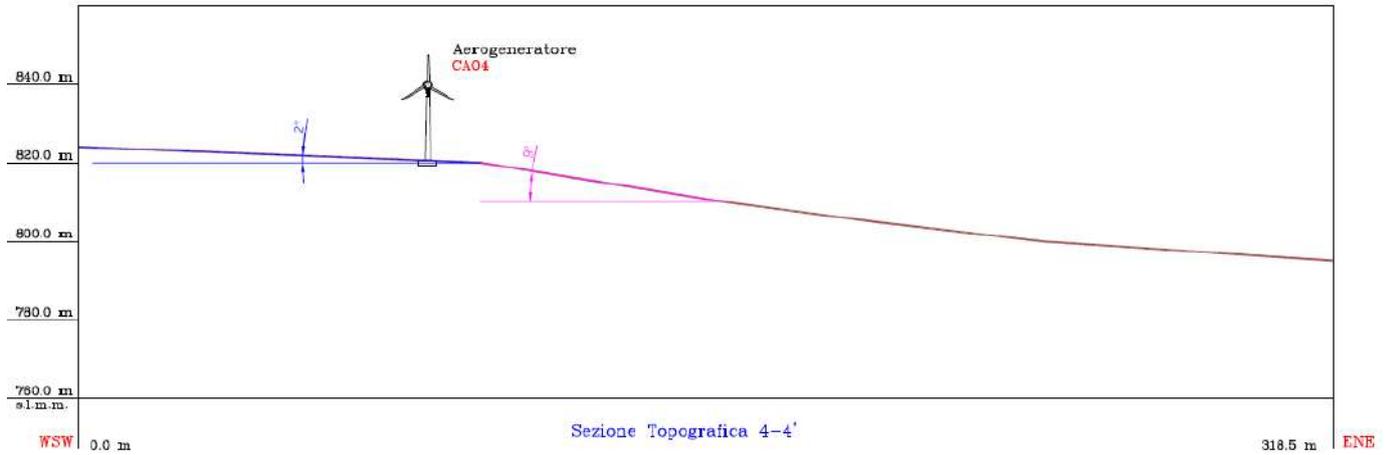


Stralcio Carta del Rischio di frana (ex AdB fiumi Liri-Garigliano e Volturno)

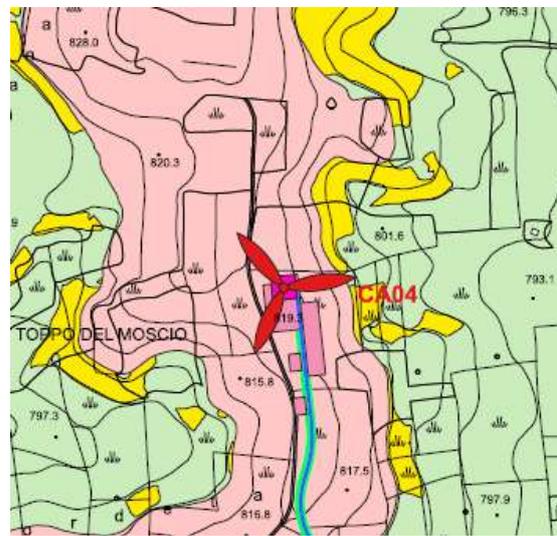
In virtù di tali condizioni l'opera in progetto (aerogeneratore) risulta allo stato attuale delle conoscenze compatibile con le caratteristiche dell'area su cui è prevista. In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità del sito e la presenza di eventuali criticità.

9.1.4 – Aerogeneratore CA04

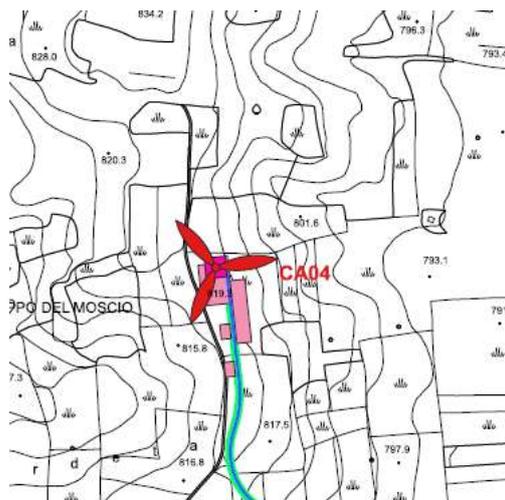
Il sito su cui è previsto l'aerogeneratore **CA04**, con relativa piazzola ed apparecchiature accessorie, posto altimetricamente ad una quota di circa 822 m s.l.m.m., risulta ubicato su un'area di crinale collinare, a bassa acclività, con pendenze qui mediamente non superiori ai 2°-3°. Il sito, non interessato direttamente da movimenti franosi in atto (cfr. carta IFFI), per tale condizione morfologica appare allo stato attuale geomorfologicamente stabile.



Stralcio Carta Clivometrica



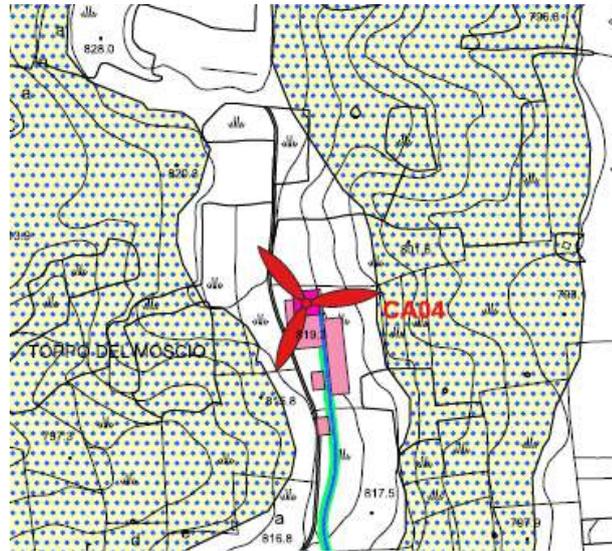
Stralcio Carta Geomorfologica



Stralcio Carta IFFI



Infatti, nella cartografia PAI il sito non ricade tra le aree a *Rischio di frana*.

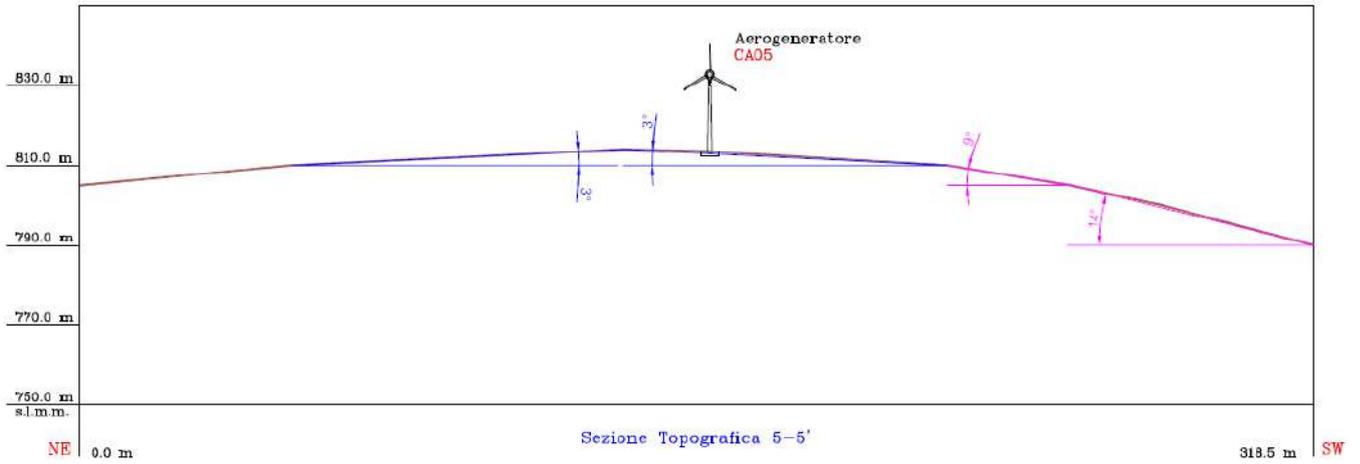


Stralcio Carta del Rischio di frana (ex AdB fiumi Liri-Garigliano e Volturno)

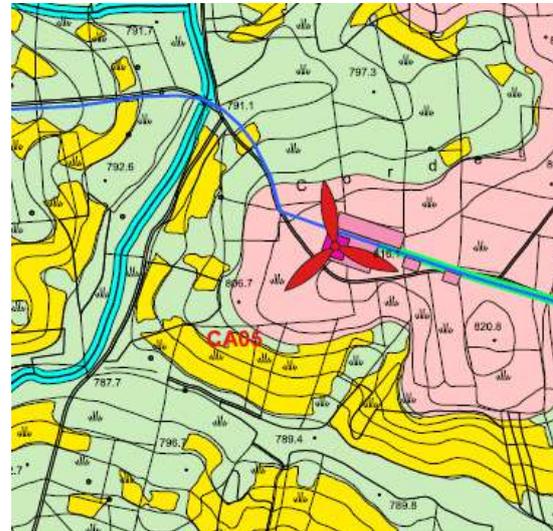
In virtù di tali condizioni l'opera in progetto (aerogeneratore) risulta allo stato attuale delle conoscenze compatibile con le caratteristiche dell'area su cui è prevista. In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità del sito e la presenza di eventuali criticità.

9.1.5 – Aerogeneratore CA05

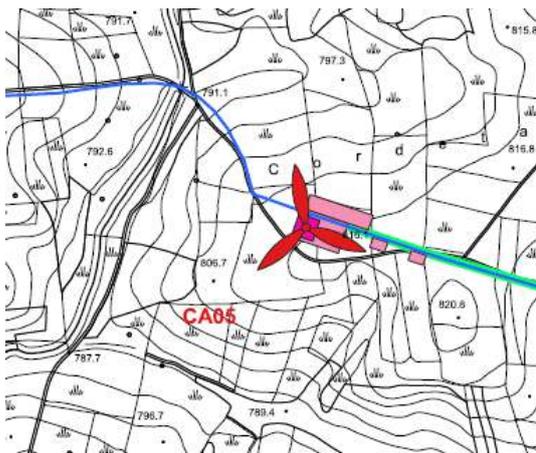
Il sito su cui è previsto l'aerogeneratore **CA05**, con relativa piazzola ed apparecchiature accessorie, posto altimetricamente ad una quota di circa 813.5 m s.l.m.m., risulta ubicato su un'area di crinale collinare, a bassa acclività, con pendenze qui mediamente non superiori ai 3°-4°. Il sito, non interessato direttamente da movimenti franosi in atto (cfr. carta IFFI), per tale condizione morfologica appare allo stato attuale geomorfologicamente stabile.



Stralcio Carta Clivometrica



Stralcio Carta Geomorfologica

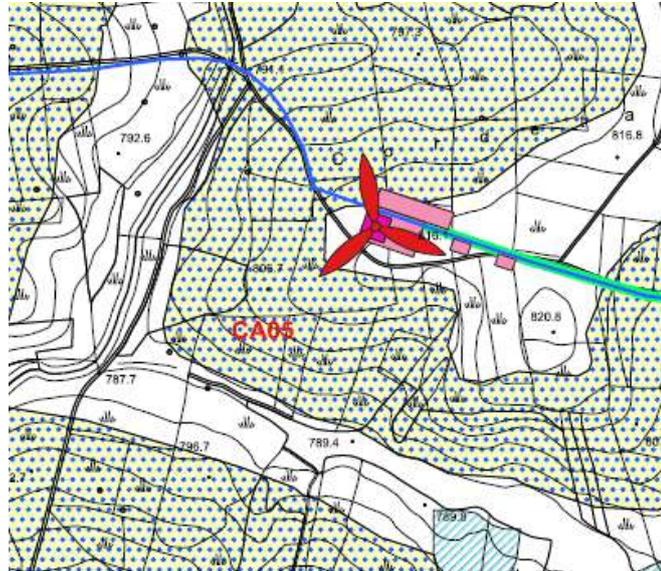


Stralcio Carta IFFI

Infatti, nella cartografia PAI il sito per la gran parte della sua estensione non ricade tra le aree a *Rischio di frana*. Solo una piccolissima porzione rientra



tra le aree “di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”.

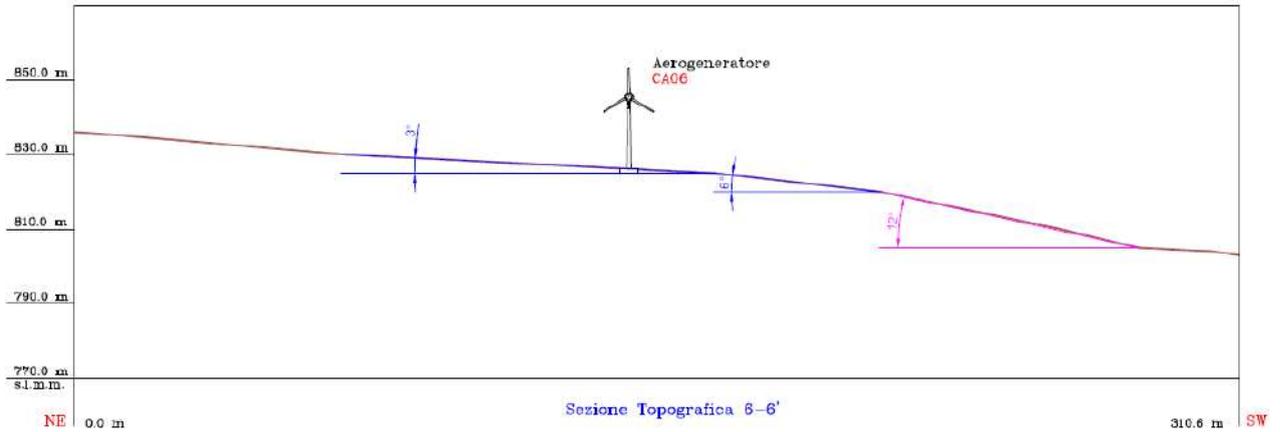


Stralcio Carta del Rischio di frana (ex AdB fiumi Liri-Garigliano e Volturno)

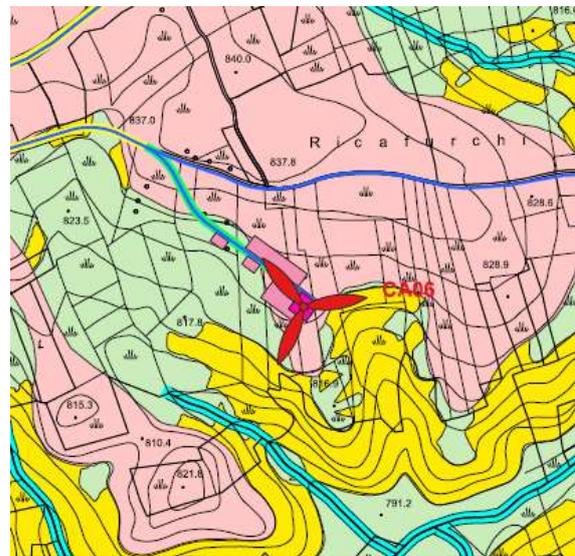
In virtù di tali condizioni l'opera in progetto (aerogeneratore) risulta allo stato attuale delle conoscenze compatibile con le caratteristiche dell'area su cui è prevista. In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità del sito e la presenza di eventuali criticità.

9.1.6 – Aerogeneratore CA06

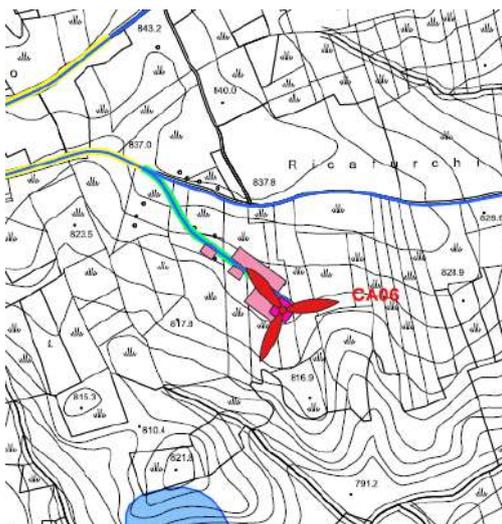
Il sito su cui è previsto l'aerogeneratore **CA06**, con relativa piazzola ed apparecchiature accessorie, posto altimetricamente ad una quota di circa 828 m s.l.m.m., risulta ubicato in corrispondenza di un'area di crinale collinare, a bassa acclività, con pendenze qui mediamente non superiori ai 3°-4°. Il sito, non interessato direttamente da movimenti franosi in atto (cfr. carta IFFI), per tale condizione morfologica appare allo stato attuale geomorfologicamente stabile.



Stralcio Carta Clivometrica



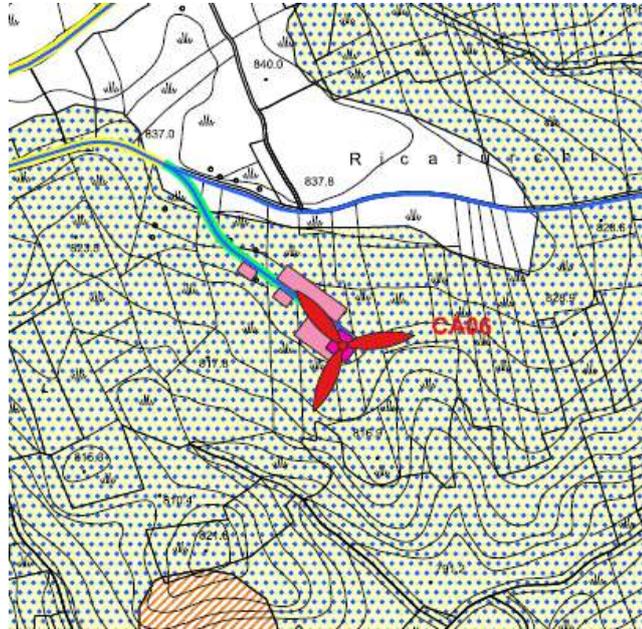
Stralcio Carta Geomorfologica



Stralcio Carta IFFI



Infatti, nella cartografia PAI il sito ricade solo tra le aree “di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”.



Stralcio Carta del Rischio di frana (ex AdB fiumi Liri-Garigliano e Volturno)

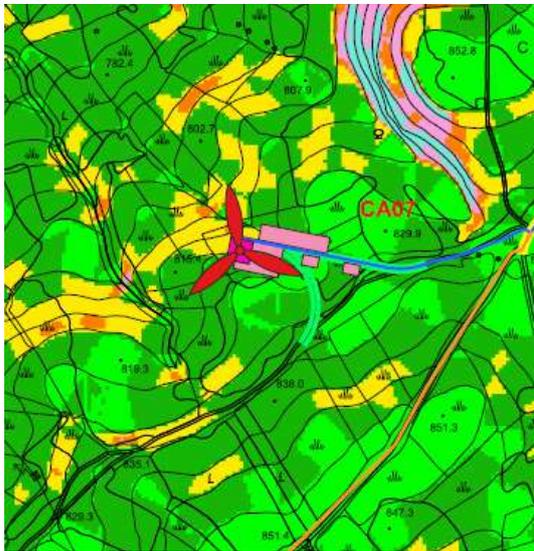
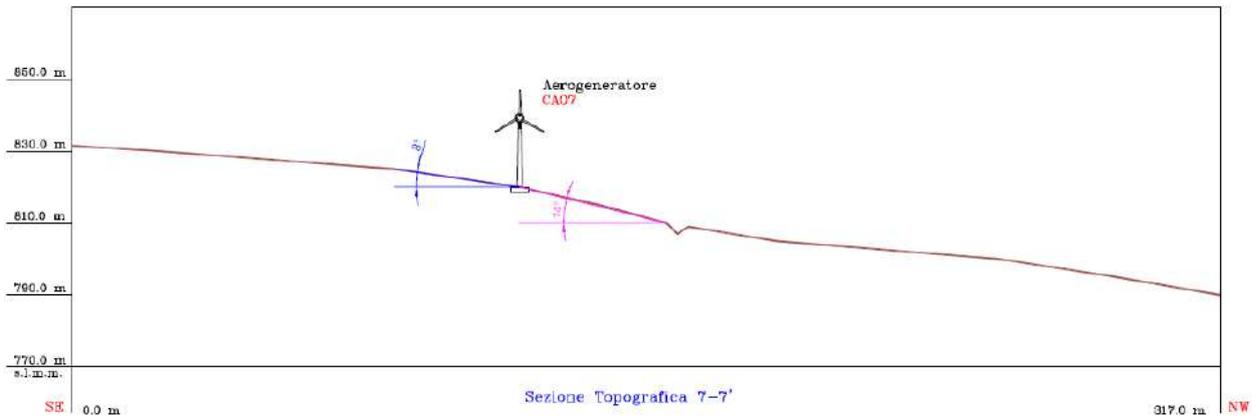
In virtù di tali condizioni l'opera in progetto (aerogeneratore) risulta allo stato attuale delle conoscenze compatibile con le caratteristiche dell'area su cui è prevista. In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità del sito e la presenza di eventuali criticità.

9.1.7 – Aerogeneratore CA07

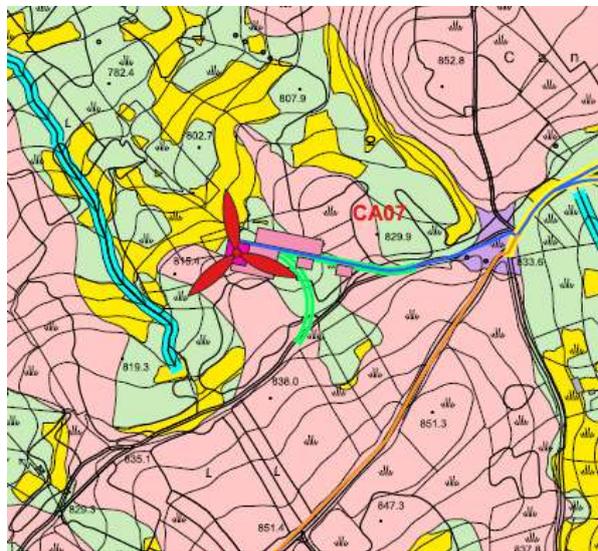
Il sito su cui è previsto l'aerogeneratore **CA07**, con relativa piazzola ed apparecchiature accessorie, posto altimetricamente ad una quota di circa 820 m s.l.m.m., risulta ubicato lungo la porzione sommitale, prossima al crinale, di un versante a bassa acclività con pendenze qui mediamente non superiori agli 8°-10°. Il sito, non interessato direttamente da movimenti franosi in atto (cfr. carta



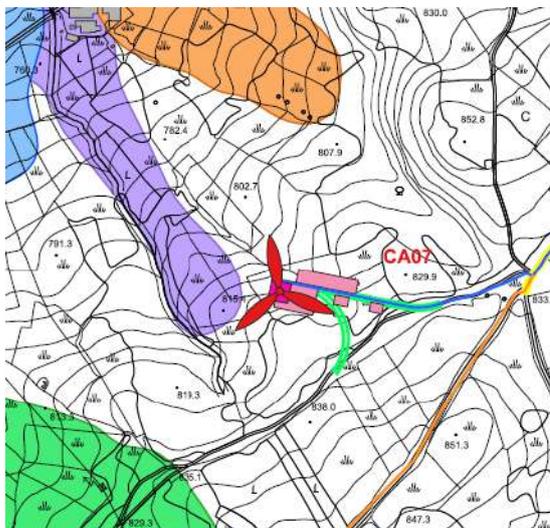
IFFI), per tale condizione morfologica appare allo stato attuale geomorfologicamente stabile.



Stralcio Carta Clivometrica



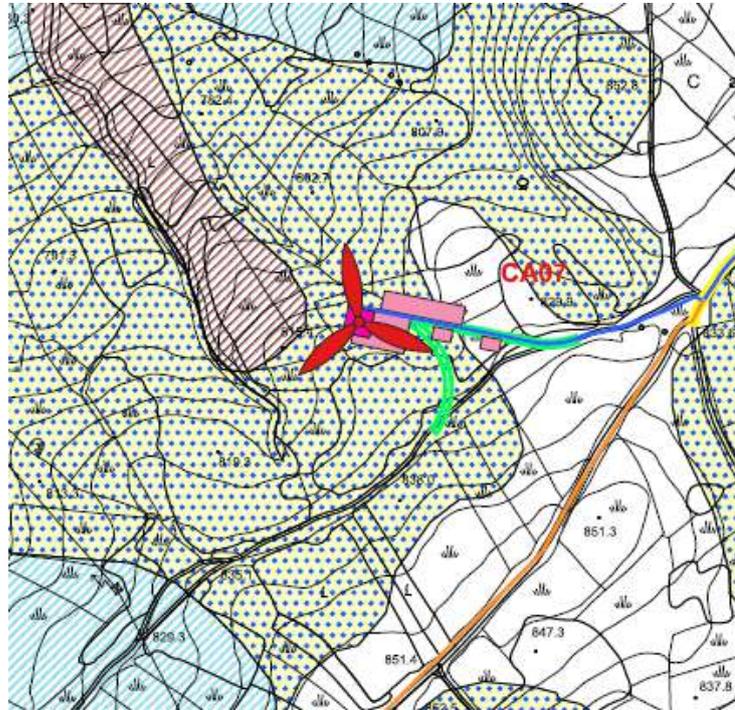
Stralcio Carta Geomorfologica



Stralcio Carta IFFI



Infatti, nella cartografia PAI il sito ricade solo tra le aree “di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”.



Stralcio Carta del Rischio di frana (ex AdB fiumi Liri-Garigliano e Volturno)

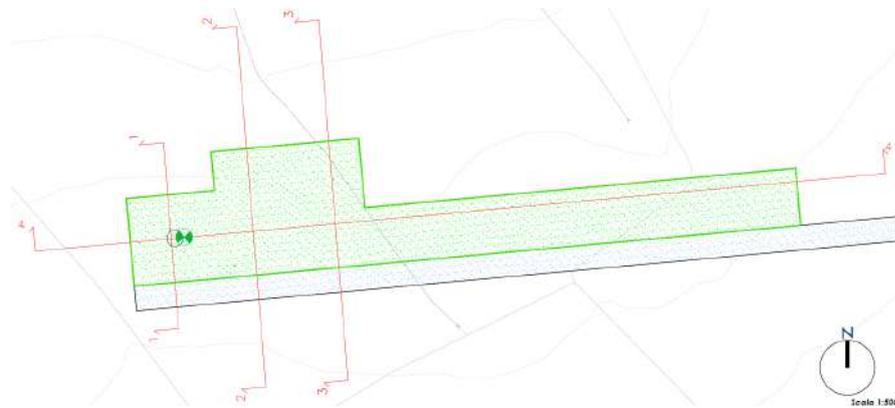
In virtù di tali condizioni l'opera in progetto (aerogeneratore) risulta allo stato attuale delle conoscenze compatibile con le caratteristiche dell'area su cui è prevista. In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità del sito e la presenza di eventuali criticità.

9.2 - Piazzole aerogeneratori

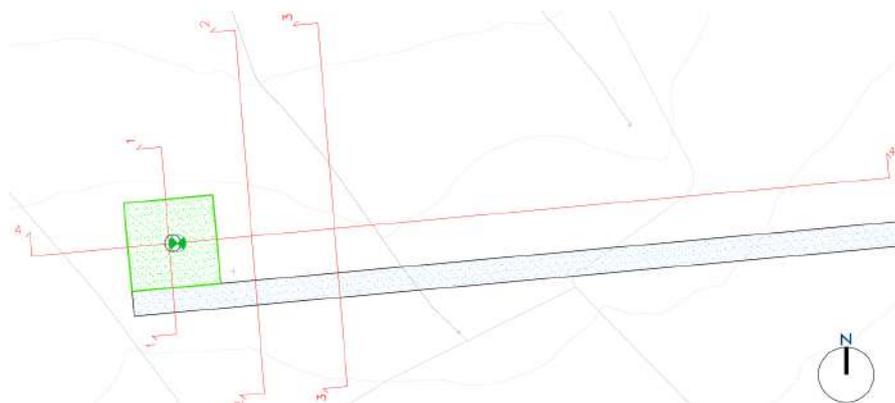
Per ogni aerogeneratore è prevista la presenza di una piazzola, quest'ultima composta da una prima porzione, a carattere permanente (*piazzola permanente*), posta immediatamente alla base della torre e di dimensioni in pianta 25



m x 25 m, e di un'altra porzione, a sua volta formata in base alla tipologia d'uso da più parti, a carattere solo temporaneo (*piazzole temporanee*). Quest'ultima ("piazzola temporanea") comprende l'area necessaria al montaggio della struttura ed allo stoccaggio ed assemblaggio delle diverse parti dell'aerogeneratore, nonché lo spazio per l'installazione della gru e delle macchine operatrici e per consentire la manovra degli automezzi. A tale tipologia di piazzole temporanee vanno incluse le piazzole per la sosta temporanea ed "intermedia" dei mezzi atti al trasporto delle varie componenti dell'aerogeneratore.



Tipica configurazione della "piazzola" in fase di cantiere



Tipica configurazione della "piazzola" in fase di esercizio

La porzione ad occupazione permanente (*piazzola permanente*), una volta conclusi i lavori di montaggio dell'intera struttura (aerogeneratore), rimarrà libera da piantumazioni al fine di permettere le normali e necessarie operazioni di controllo e manutenzione, mentre le aree interessate da quella a carattere temporaneo (*piazzola temporanea*) verranno ripristinate in modo da consentire su di esse



lo svolgimento delle attività precedentemente svolte su di esse (attività agricola, ecc.) o comunque la loro rinaturalizzazione. In definitiva, in corrispondenza di ciascun aerogeneratore rimarrà solamente la parte permanente di circa 625 m², oltre che la viabilità di accesso necessaria per la manutenzione della turbina eolica stessa.

La realizzazione dell'intera piazzola, sia la parte a carattere permanente sia quella temporanea, avverrà attraverso un'azione di scortico superficiale con successiva spianatura dell'area e la messa in posto di materiale di riporto vagliato con conseguente compattazione dello stesso. Lo spessore dell'orizzonte di detto materiale riportato non supererà, e non dovrà superare, quello del terreno asportato durante l'opera di decorticazione al fine di evitare l'ingenerarsi di pericolosi sovraccarichi sull'area.

Sia durante la fase di realizzazione della piazzola sia successivamente si impedirà, inoltre, l'instaurarsi, in ogni modo, di effetti di "impermeabilizzazione" della superficie dell'area coinvolta, evitando che si verifichino ristagni d'acqua durante gli eventi piovosi o che nel caso l'area piazzola si ritrovi sovrapposta rispetto alle aree circostanti si generino significativi deflussi superficiali verso le aree periferiche. In quest'ultimo caso si provvederà alla messa in posto di opportune canaline di drenaggio che convoglieranno le acque verso un unico punto di raccolta.

Anche, nel caso in cui per la conformazione morfologica del sito interessato si determini la presenza su uno o più lati della piazzola di scarpate, o piccoli fronti di scavo, si provvederà alla regimentazione delle acque a deflusso superficiale mediante canalette, magari realizzate, là dove le condizioni lo consentono, in terra.

Al fine di ridurre quanto più possibile l'impatto dell'opera sull'ambiente ed il paesaggio si ricorrerà prevalentemente, ove possibile, ad interventi di ingegneria naturalistica, provvedendo per esempio all'inerbimento, mediante l'uso di opportune specie vegetali, di dette scarpate con la messa in posa di geostuoie al fine di agevolare tale inerbimento e nel contempo impedire quanto più possibile il potere erosivo delle acque di ruscellamento durante gli eventi meteorici.



Esempio di geostuoia tridimensionale

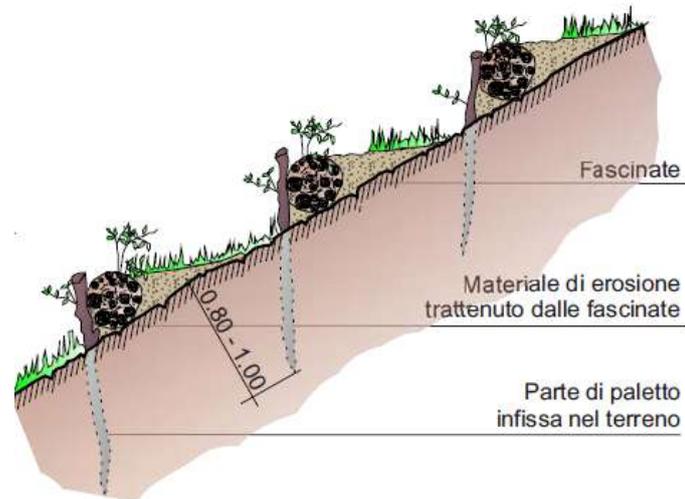


Esempio di rinaturalizzazione di una scarpata

Qualora si evidenzierà la presenza di particolari condizioni, tali da far prevedere potenziali fenomeni di instabilità lungo le suddette piccole scarpate, saranno realizzate opportune opere stabilizzanti, ricorrendo per quanto più possibile sempre all'ingegneria naturalistica.

Appare, inoltre, opportuno evidenziare la possibilità, nel caso il sito prescelto sia difficilmente raggiungibile con la viabilità attuale, della realizzazione di una "piazzola teleferica", quest'ultima destinata alla sosta temporanea dei diversi componenti dell'aerogeneratore in attesa di un loro posizionamento sull'area.

Per tale tipologia di piazzola valgono le prescrizioni già descritte per quella dell'aerogeneratore ed essa, a lavori ultimati ed esaurita la sua funzione, sarà oggetto di rinaturalizzazione mediante la piantumazione di essenze vegetali tipiche del luogo.



Esempio di ingegneria naturalistica:
sistemazione scarpata mediante fascinata viva con ramaglia

Progettate in tal modo tutte le tipologie di piazzole previste (piazzola aerogeneratore e piazzola teleferica) non costituiranno elementi aggiuntivi di instabilità e non determineranno incrementi di rischio per le aree interessate e per quelle circostanti.

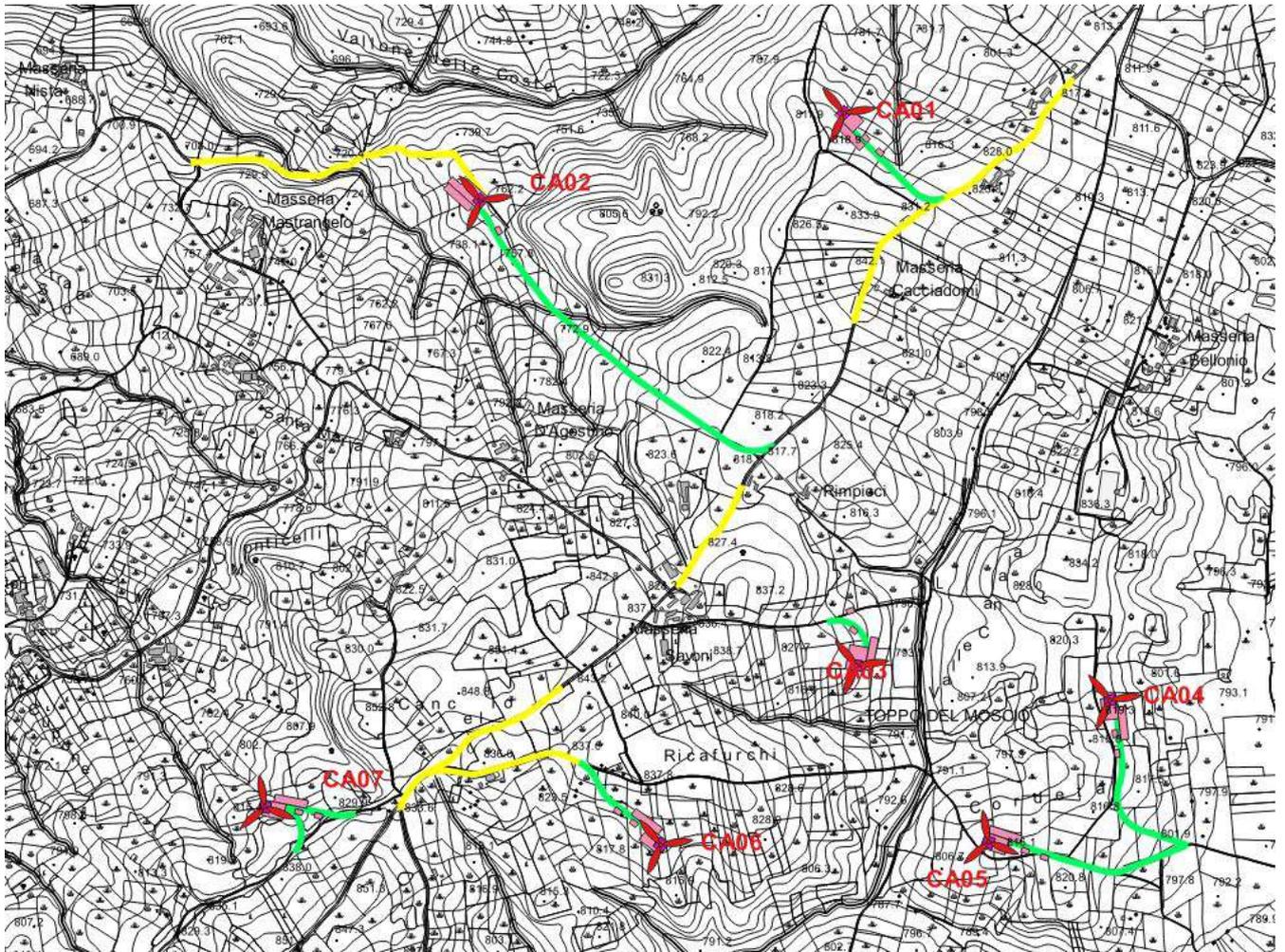
In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità di ciascun sito coinvolto e la presenza di eventuali criticità.

9.3 - Viabilità di progetto

In prossimità dei siti destinati alla messa in posto degli aerogeneratori il progetto prevede per consentire o facilitare l'accesso all'area di ciascuna piazzola la realizzazione di nuovi tratti stradali (nuova viabilità) o l'adeguamento di strade e sentieri già esistenti.



Infatti, durante la fase di realizzazione dell’impianto eolico, le strade d’accesso al sito dovranno avere caratteristiche geometriche e costitutive tali da consentire il transito dei mezzi atti a trasportare apparecchiature e materiali necessari al montaggio e messa in opera di ciascun aerogeneratore.



— strade da adeguare

— nuove strade da realizzare

Stralcio aerofotogrammetrico con tracciati nuova viabilità e strade da adeguare



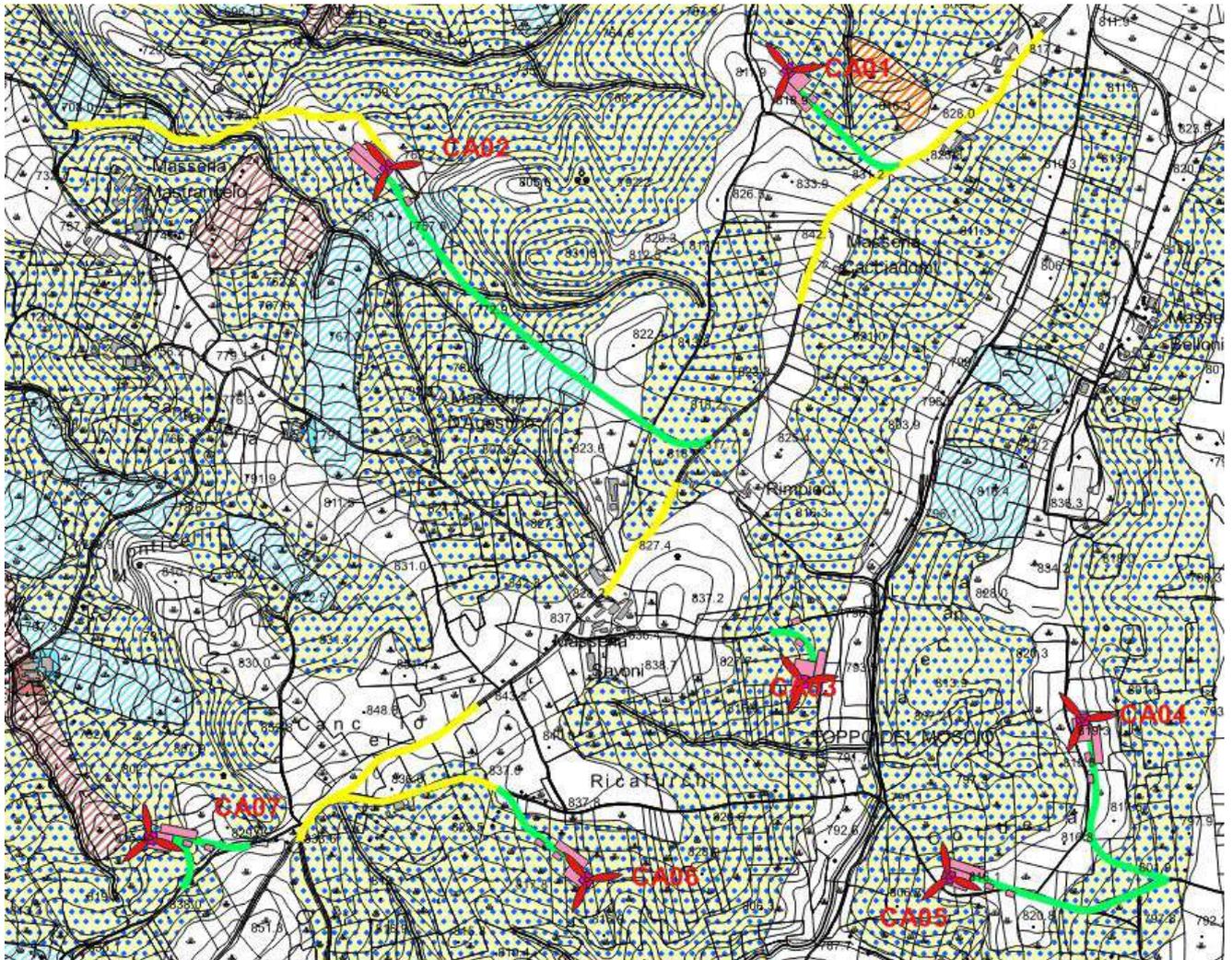
Per i tratti stradali da realizzare ex novo, così come per quelli oggetto di adeguamento, il progetto prevede varie opere di drenaggio sia per le acque a deflusso superficiale circolanti sulla sede stradale durante gli eventi piovosi sia per quelle circolanti lungo i margini della carreggiata, là dove la morfologia determina la presenza di piccole scarpate laterali.

Sarà, infatti, necessario impedire in ogni modo sia il verificarsi di pericolosi ristagni sulla sede stradale sia significativi deflussi superficiali verso le aree periferiche (bordi della carreggiata).

Pertanto saranno realizzati, ove necessario, opportuni sistemi di drenaggio (canalette, fossi di guardia, ecc.) che consentiranno di convogliare verso precisi punti di recapito, e quindi allontanare, le acque superficiali circolanti sul nuovo manto stradale e lungo i suoi bordi.

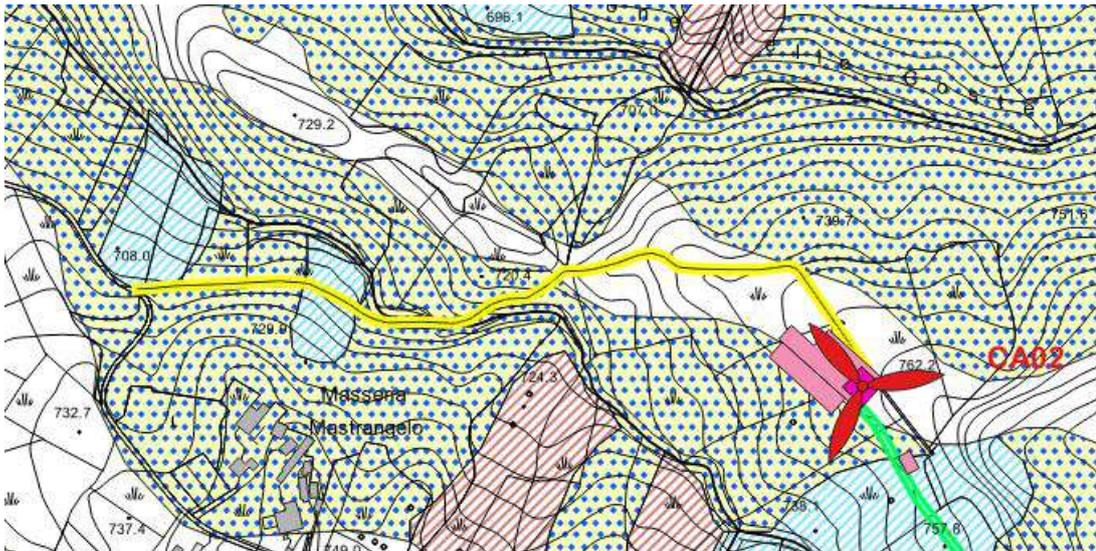
Nel caso in cui la morfologia presenterà caratteristiche tali da determinare su taluni bordi di una strada la presenza di scarpate si provvederà alla verifica della stabilità di quest'ultime e nel caso di necessità alla loro stabilizzazione mediante varie tipologie di intervento. Ove possibile si utilizzeranno tecniche di ingegneria naturalistica.

Gran parte dei tracciati relativi alle strade di nuova costruzione e alle strade e sentieri, già esistenti, da adeguare secondo progetto interessano zone non comprese tra quelle a Rischio di frana nell'ambito del PAI dell'ex Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno o al più comprese solo tra le zone *“di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1”*.



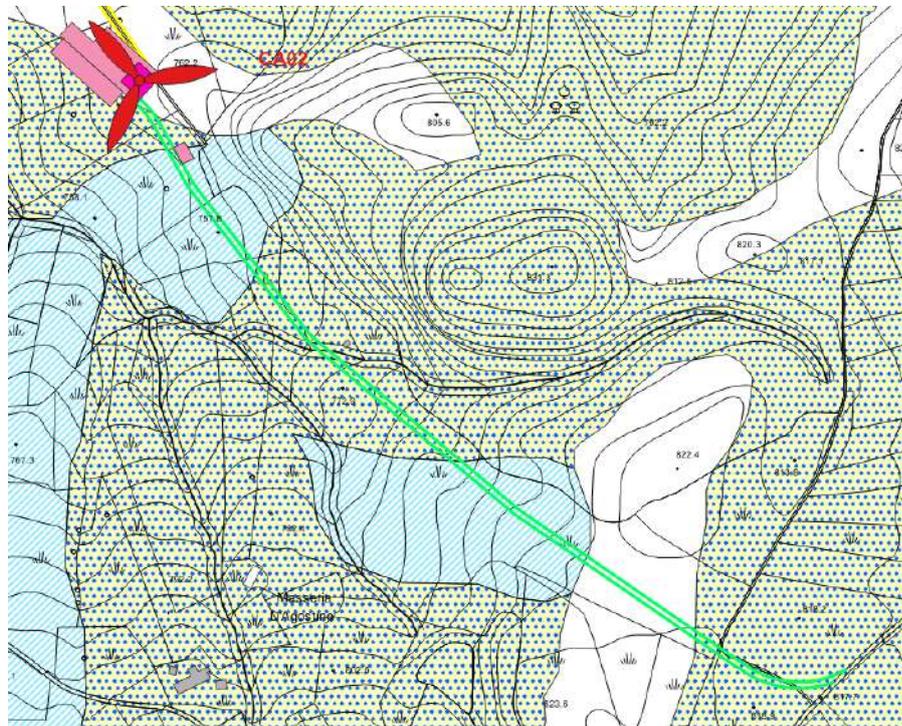
Stralcio Carta del Rischio di frana PAI con tracciati nuova viabilità e strade da adeguare

Fanno eccezione due tracciati stradali, entrambi posti in corrispondenza dell'aerogeneratore CA02: uno riguardante l'adeguamento di una strada già esistente ed uno relativo ad un nuovo tratto stradale da realizzare ex novo. Il primo posto a N rispetto all'aerogeneratore CA02 attraversa per due brevi tratti anche aree comprese nel PAI tra le zone di media attenzione A2 e per un breve tratto un'area interessata nella cartografia IFFI da un fenomeno franoso di tipo "colamento rapido". Per tali tratti, pur riguardando un tracciato stradale già esistente, saranno eseguite in ogni caso in una fase successiva a questa di studio preliminare mirate indagini geognostiche al fine di verificarne con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità e progettare eventualmente adeguate opere di stabilizzazione.



Carta del Rischio di frana PAI con strada da adeguare posta a N dell'aerogeneratore CA02

Il secondo tracciato, riguardante una strada di nuova realizzazione e previsto a S dell'aerogeneratore CA02, attraversa per due tratti anche aree comprese nel PAI tra le zone di media attenzione A2, aree corrispondenti nella cartografia IFFI a zone interessate da fenomeni franosi di tipo "scivolamento rotazionale/traslattivo". Esso, inoltre, durante il suo sviluppo finisce per attraversare una linea di impluvio.



Carta del Rischio di frana PAI con nuovo tracciato stradale a S dell'aerogeneratore CA02



In merito alle problematiche inerenti il Rischio di frana per i tratti di possibile criticità attraversati da tale strada di nuova realizzazione saranno eseguite certamente in una fase successiva a questa di studio preliminare mirate indagini geognostiche al fine di verificarne con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità e progettare eventualmente adeguate opere di stabilizzazione. Occorre tenere presente che tale nuovo tracciato stradale avrà solo un carattere temporaneo al fine di consentire il transito dei mezzi atti a trasportare apparecchiature e materiali necessari al montaggio e messa in opera dell'aerogeneratore CA02. Dopo la fase di montaggio della turbina eolica si provvederà al totale ripristino dei luoghi.

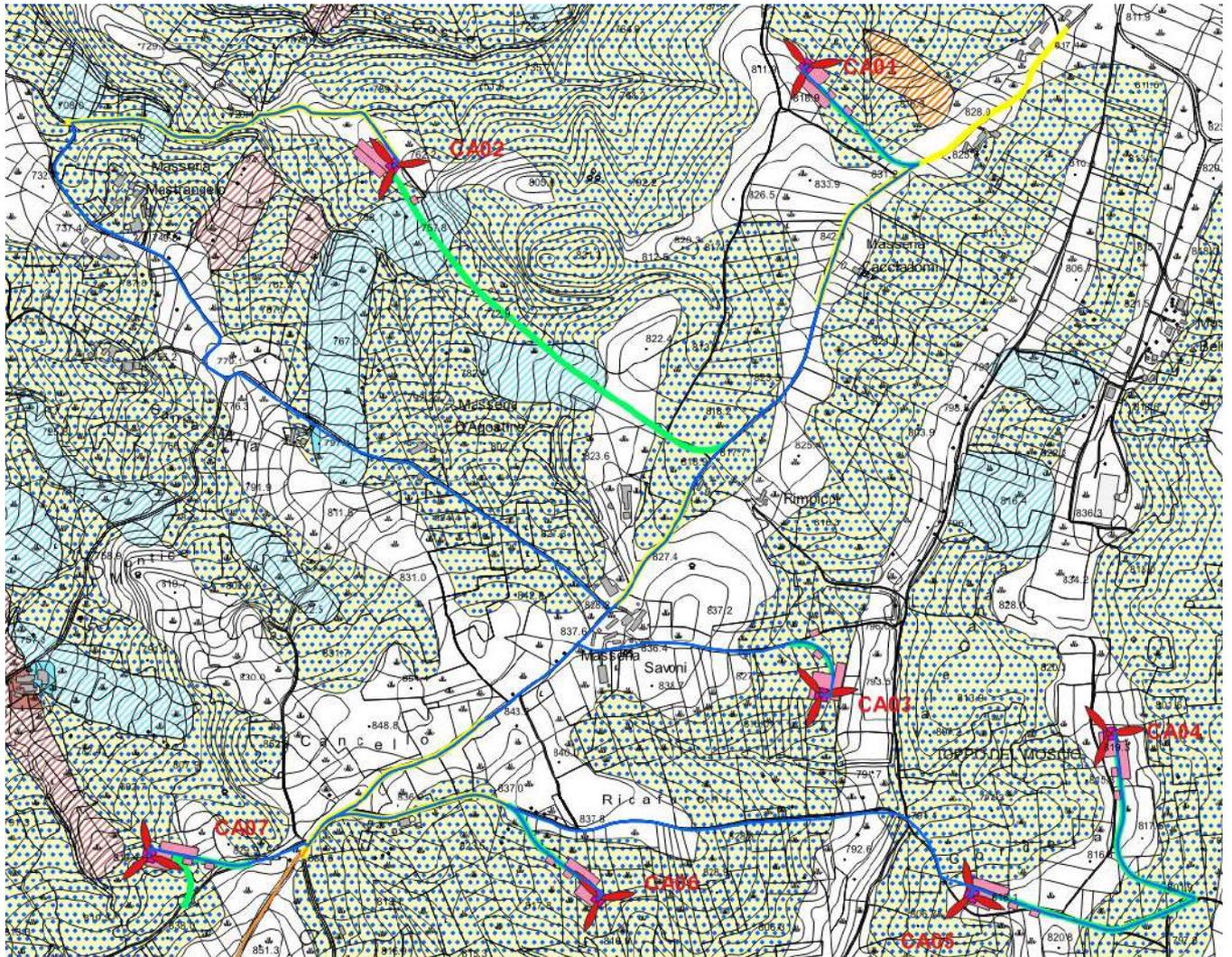
Per quanto riguarda l'aspetto idraulico legato all'attraversamento dell'impluvio sarà progettato un sistema, consistente per esempio nella messa in opera di tubazioni di adeguato diametro, atto ad impedire alla nuova sede stradale nel punto di attraversamento l'interruzione della naturale linea d'impluvio.

Progettate in tal modo tutte le tipologie di tracciati stradali previsti non costituiranno elementi aggiuntivi di instabilità e non determineranno incrementi di rischio per le aree interessate e per quelle circostanti. In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità per quelle aree che presenteranno potenzialmente delle criticità.

9.4 – Cavidotti

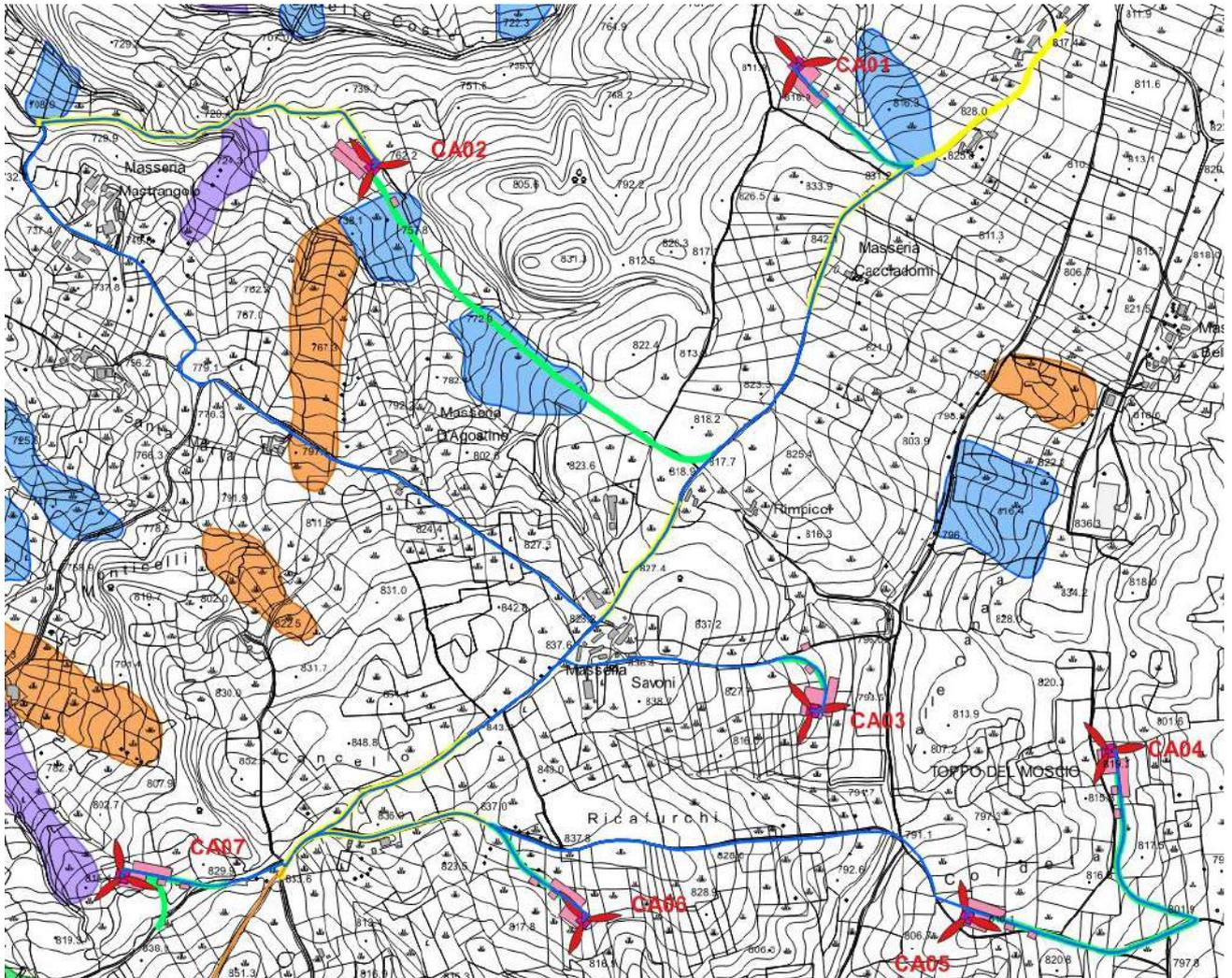
Il progetto in esame, come opera di connessione, prevede la realizzazione di un primo cavidotto, indicato come "cavidotto interno al parco", il cui tracciato "corre" all'interno della zona degli aerogeneratori.

Lo sviluppo di tale cavidotto avverrà in parte seguendo la rete stradale già esistente, e non oggetto di lavori di adeguamento, in parte seguendo i tracciati delle strade e sentieri già esistenti, ma da adeguare, ed in parte seguendo le strade di nuova costruzione per l'accesso alle piazzole degli aerogeneratori.



Carta del Rischio di frana PAI con tracciato cavidotto interno al parco

Nel complesso il cavidotto interno al parco attraversa zone non comprese tra quelle a Rischio di frana nell'ambito del PAI dell'ex Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno o al più comprese solo tra le zone *"di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1"*. Nello stesso tempo esso interessa per gran parte aree prive di fenomeni franosi (cfr. carta IFFI). Fanno eccezione taluni tratti che interessano alcune aree comprese nel PAI tra le zone di media attenzione A2 ed aree interessate da talune tipologie di frana (colamenti rapidi, colamenti lenti, ecc.).



Carta IFFI con tracciato cavidotto interno al parco

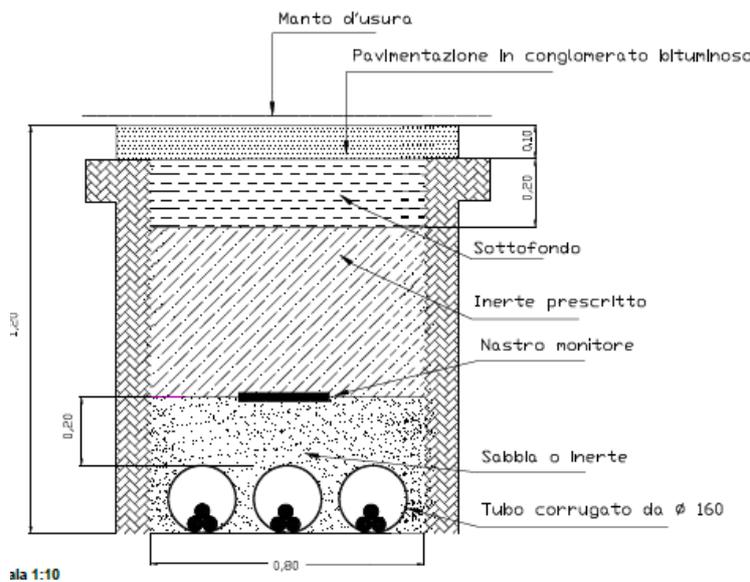
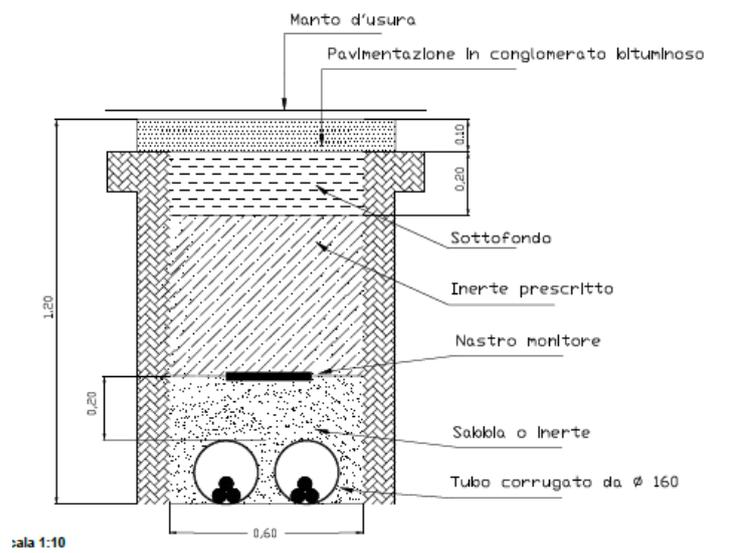
È previsto, inoltre, la presenza di un altro cavidotto, indicato dal progetto come “cavidotto esterno al parco”, che funge da connessione tra il primo cavidotto e la stazione di trasformazione 30-150 KV. Tale cavidotto si sviluppa interamente lungo i tracciati locali di importanti reti viarie ed attraversa aree caratterizzate da quasi tutte le tipologie di rischio previste dal PAI. Lungo il suo sviluppo esso attraversa aree in parte prive di franosità ed in parte interessate da varie tipologie di frana (cfr. cartografia IFFI in allegato).

Il progetto, infine, prevede la messa in posto di un breve cavidotto di connessione tra la stazione di trasformazione 30-150 KV e la vicina stazione di smistamento RTN 150 KV, cavidotto che interesserà, come la stazione di trasformazione, in parte una zona compresa nel PAI tra le aree di moderata attenzione A1

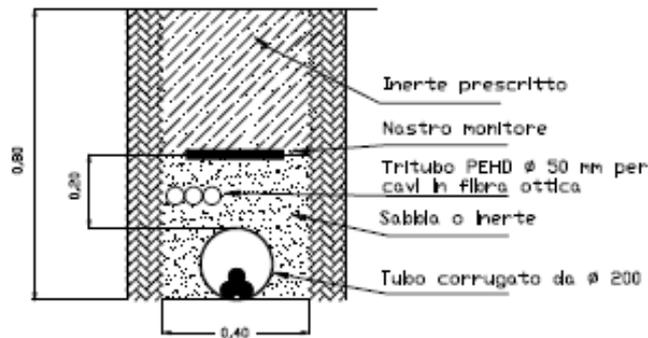


ed in parte tra le aree “di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1.

In ogni caso appare necessario evidenziare come la messa in posto di un cavidotto preveda il semplice scavo di una trincea di profondità non superiore a 1.2 /1.5 m e con larghezza media di 1.0 m, scavo che immediatamente dopo il posizionamento del cavo viene colmato con materiale idoneo, ripristinando l'originaria superficie stradale.



Sezione tipo trincea e cavidotto su strada asfaltata



Sezione tipo trincea e cavidotto su strada sterrata e terreno agricolo

Sia la fase di scavo che di messa in opera del cavidotto e del successivo rinterro e ripristino del manto di asfalto stradale preesistente, o comunque della originaria superficie stradale nel caso di strade sterrate, per le loro modalità operative e per i tempi di esecuzione, piuttosto rapidi, non comportano significative alterazioni del profilo morfologico preesistente e non costituiscono, quindi, generalmente elementi che possano incidere sulle condizioni di equilibrio e la stabilità dell'area attraversata.

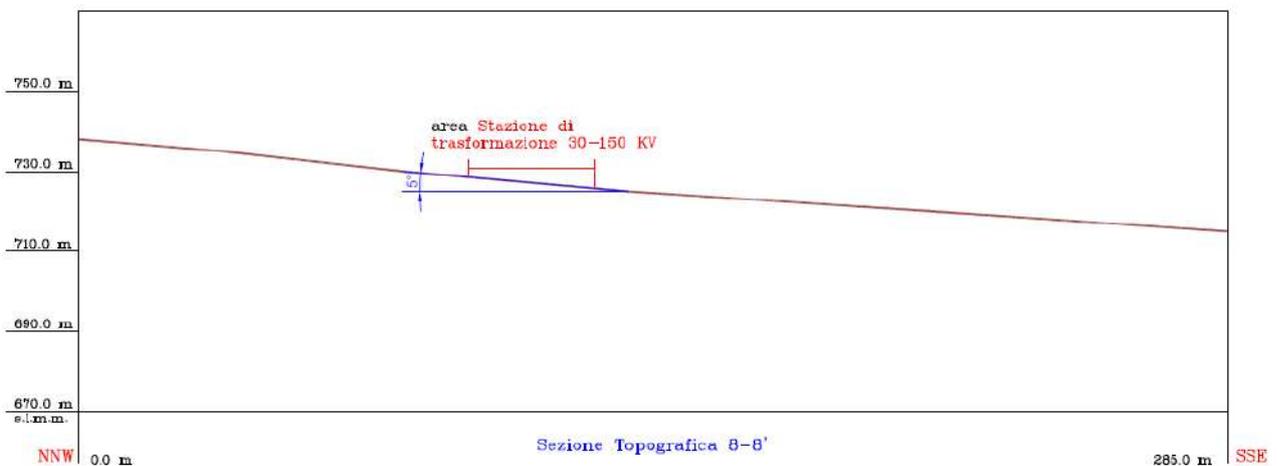
In ogni caso qualora in fase di progettazione esecutiva si riscontrino in taluni punti della zona attraversata dalla rete di cavidotti indizi di potenziali instabilità saranno realizzate su di essi adeguate indagini geognostiche, e, qualora si accerti la presenza di un movimenti franosi in atto o potenziali, saranno adottati opportuni accorgimenti tecnici, come per esempio l'utilizzazione della tecnica TOC (trivellazione orizzontale controllata) che permetterà di approfondire la posa del cavidotto bypassando in profondità l'area di criticità. Tale tecnica verrà certamente adottata nei tratti ove il cavidotto attraversa aree catalogate nel PAI come zone a Rischio di frana e nella cartografia IFFI come aree interessate da fenomeni franosi.

Si ribadisce, quindi, che nel complesso per la realizzazione dell'intero cavidotto interrato i movimenti di terra e gli scavi previsti per la posa in opera dei cavi risultano di modesta entità e non comportano, se ben realizzati, alcun pregiudizio alla stabilità dell'area attraversata e nel complesso un incremento del grado di rischio preesistente.

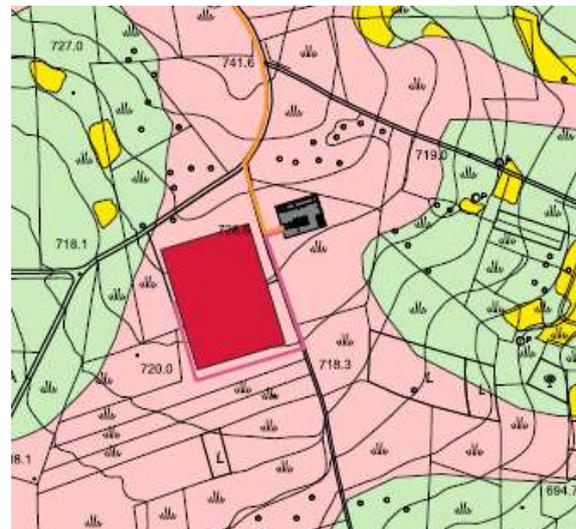


9-5: Stazione di trasformazione 30/150 kV

Per quanto attiene l'area su cui è prevista la realizzazione della stazione di trasformazione 30/150 KV, quest'ultima ricadente nel Comune di Morcone, in località "Colle Moschillo", essa, posta ad una quota altimetrica di 728 m s.l.m., risulta ubicata su un'area di crinale, a bassa acclività, con pendenze mediamente non superiori ai 4°-5°. L'area, non interessata direttamente da movimenti franosi in atto (cfr. carta IFFI), per tale condizione morfologica appare allo stato attuale geomorfologicamente stabile.



Stralcio Carta Clivometrica



Stralcio Carta Geomorfologica



Stralcio Carta IFFI

Infatti, nella cartografia PAI l'area ricade solo tra le zone "di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88 - c1".



Stralcio Carta del Rischio di frana (ex AdB fiumi Liri-Garigliano e Volturno)

In virtù di tali condizioni l'opera in progetto (stazione di trasformazione) risulta allo stato attuale delle conoscenze compatibile con le caratteristiche dell'area su cui è prevista. In ogni caso le necessarie indagini geognostiche, che saranno



realizzate in una fase successiva a questa di studio preliminare, potranno verificare con maggiore precisione le reali condizioni di stabilità del sito e la presenza di eventuali criticità.

Per quanto riguarda le problematiche legate alla scelta delle opere fondali, le previste indagini in sito e di laboratorio geotecnico forniranno tutti gli elementi utili a tali scelte in relazione alla staticità delle strutture in elevazione.

9-6: Considerazioni tecniche

In virtù dello studio bibliografico e cartografico svolto per il presente studio, nonché delle osservazioni fatte durante il rilevamento di campagna, è possibile quindi affermare come ampie porzioni del territorio interessato dal progetto in esame siano caratterizzate dalla presenza di numerosi movimenti franosi. Tale caratteristica risulta intimamente legata alla natura dei terreni costituenti il sottosuolo del territorio stesso, terreni in gran parte argillosi, argilloso-marnosi e “fly-schoidi”, solo talora calcareo-marnosi e arenacei, e in generale molto erodibili.

La morfologia del territorio risulta caratterizzata da un susseguirsi di rilievi collinari in cui l'evoluzione dei versanti avviene per gran parte attraverso lenti movimenti verso valle della porzione più superficiale e degradata dei litotipi costituenti il sottosuolo. Si individuano, quindi, corpi franosi legati in gran parte a movimenti di tipo “*Scivolamento rotazionale/traslato*” e “*Colamento*”, quest'ultimo per gran parte lento, e solo in determinate condizioni diviene rapido.

Tali movimenti franosi di solito interessano solo la parte più superficiale del sottosuolo, coinvolgendo gli orizzonti pedogenizzati e degradati posti nei primi 4÷5 m di profondità ed al di sopra del substrato geologico “integro”.

Appare, inoltre, opportuno considerare come elemento di influenza sulla stabilità di un versante con tali caratteristiche la bassa permeabilità di gran parte dei litotipi presenti, soprattutto nelle aree con prevalente presenza di litotipi argillosi ed argilloso-marnosi, bassa permeabilità che determina durante gli eventi piovosi di media-elevata entità un notevole deflusso superficiale delle acque meteoriche, e quindi un'elevata erosione superficiale con un marcato approfondimento dei vari impluvi.



Le acque d'infiltrazione, se pur limitate quantitativamente, tendono, sempre per la bassa permeabilità dei suoli, a rimanere negli orizzonti più superficiali ed a saturarli. Inoltre, tale saturazione può essere legata ad anomale circolazioni idriche sotterranee. Infatti, nel territorio in esame non sono presenti grosse idrostrutture carbonatiche e la circolazione idrica sotterranea risulta influenzata prevalentemente dalla presenza e dai rapporti reciproci tra i termini calcareo-marnosi ed arenacei e quelli argilloso-marnoso-“fleschoidi” delle diverse formazioni geologiche presenti (cfr. paragrafi precedenti).

In tali situazioni l'applicazione di sovraccarichi su una porzione di versante interessato da tali tipologie di movimenti franosi costituisce certamente un ulteriore elemento instabilizzante, incrementando notevolmente il grado di rischio dell'area su cui si interviene.

Si fa presente, però, che gli aerogeneratori non vanno considerati come dei “sovraccarichi” per ogni singolo pendio interessato in quanto le fondazioni previste per questi tipi di manufatti saranno di tipo profondo, con pali di notevole diametro ed attestati a profondità non inferiori a -25.0÷30.0 m dal locale piano campagna, e di conseguenza nel substrato geologico “integro”. Tali fondazioni profonde (pali) provvederanno, quindi, a trasferire le tensioni (i sovraccarichi) esclusivamente nel substrato stabile e nel contempo a fungere da elemento stabilizzante (una sorta di paratia localizzata) per la coltre superficiale degradata ed instabile.

Nel contempo sono previste, nei lavori per la realizzazione di ciascuna “piazzola” di ogni singolo aerogeneratore, opere di regimentazione e drenaggio delle acque di ruscellamento e d'infiltrazione superficiale, che svolgeranno certamente un'ulteriore funzione “stabilizzante” per la parte di pendio direttamente interessato dall'opera, riducendo tra l'altro il grado di saturazione dei terreni più superficiali e migliorandone così le caratteristiche geotecniche.

Inoltre, durante l'esecuzione delle indagini in sito saranno messi in posto nelle diverse aree opportuni strumenti (inclinometri, ecc.) per l'accertamento di eventuali movimenti franosi, valutando, qualora l'entità degli stessi sia non compatibile con la sicurezza dei manufatti a costruirsi e del tratto di pendio coinvolto, in ultima analisi l'opportunità di eseguire opportune opere di stabilizzazione.



La reale stabilità dei singoli siti coinvolti dal progetto, in particolare quelli ove saranno realizzati gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione, unitamente ai tratti interessati dal passaggio dei vari cavidotti, andrà, in ogni modo, analizzata e verificata in maniera più approfondita in una fase successiva mediante la realizzazione di opportune e adeguate indagini geognostiche (in situ e di laboratorio geotecnico). Le valutazioni finali verranno eseguite tenendo conto anche delle caratteristiche sismiche del territorio (cfr. paragrafo precedente).

Il presente studio ha evidenziato nel complesso la compatibilità di tutte le opere previste con le attuali condizioni geomorfologiche, idrogeologiche, geologiche e sismiche delle aree coinvolte, previa adozione delle prescrizioni tecniche indicate in questo paragrafo e nei paragrafi precedenti. Tale compatibilità si basa ovviamente, in mancanza di puntuali indagini geognostiche e sismiche svolte sulle diverse aree coinvolte, solo su considerazioni di natura geomorfologica (morfotipi coinvolti, acclività, ecc.), sui risultati dello studio bibliografico e su evidenze osservate durante il rilevamento in campagna.

Si ribadisce in merito che la prevista e necessaria campagna di indagini geognostiche e sismiche (cfr. paragrafo successivo) da effettuare in una fase successiva sarà modulata anche al fine di stabilire con maggiore precisione le condizioni di stabilità anche a lungo termine delle diverse aree.

10 – PROGRAMMA D'INDAGINI PREVISTO.

Al fine di stabilire con più precisione le caratteristiche litologiche, geotecniche e sismiche del sottosuolo delle diverse aree coinvolte saranno realizzate in fase di preparazione del progetto esecutivo varie tipologie di indagini sia in situ sia in laboratorio.

Tali indagini consentiranno di definire in modo analitico sia la stabilità dei diversi siti interessati sia la tipologia e le dimensioni delle fondazioni da adottarsi per i vari aerogeneratori e le opere in elevazione.

Per caratterizzare con maggiore dettaglio i terreni coinvolti dal presente



progetto dal punto di vista delle caratteristiche litologiche, geotecniche e sismiche saranno realizzate, all'occorrenza, le seguenti tipologie di indagini:

- *Sondaggi geognostici a carotaggio continuo* che avranno lo scopo di:
 - ricostruire il profilo stratigrafico mediante l'esame delle carote estratte;
 - effettuare prove meccaniche in foro tipo SPT (Standard Penetration Test);
 - effettuare il prelievo di campioni indisturbati;
 - eseguire prove sismiche in foro tipo "Down-Hole";

la profondità di tali sondaggi potrà variare da sito a sito sulla base delle diverse problematiche da indagare; essa comunque al di sotto delle aree ove sono previsti gli aerogeneratori non sarà inferiore ai 30÷35 m.

- *Prove scissometriche in foro* durante la realizzazione dei sondaggi geognostici, là dove necessario e ove le caratteristiche litologiche le rendono opportune (per la determinazione delle caratteristiche geomeccaniche in situ dei terreni).
- *Prove con scissometro e penetrometro tascabile* su carote di terreno appena prelevato durante ciascun sondaggio (per la ulteriore determinazione "speditiva" delle caratteristiche geomeccaniche in situ dei terreni).
- *Prove sismiche "Down-hole"* in foro di sondaggio geognostico per valutare le caratteristiche sismiche del sottosuolo (in particolare la prova è utilizzata per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di compressione "P" e di taglio "S" alle diverse quote lungo la verticale investigata, mediante la misurazione, tramite un geofono tridimensionale, dei tempi di arrivo dei relativi impulsi prodotti da una sorgente energizzante).
- *Prospezioni geoelettriche o sismiche di superficie* per la correlazione dei sondaggi meccanici e per una migliore ricostruzione stratigrafica e geofisica della porzione di versante indagata.
- *Prove di laboratorio geotecnico* su campioni indisturbati di terreno prelevati durante le perforazioni nei diversi sondaggi. Le tipologie di prove da eseguire saranno stabilite sulla base delle diverse esigenze conoscitive. In ogni caso sui terreni prelevati nel corso dei sondaggi meccanici saranno eseguite prove di laboratorio che permetteranno, tra l'altro, di



determinarne:

- le caratteristiche fisiche generali;
- la granulometria;
- l'angolo di attrito interno ϕ e di attrito residuo ϕ' ;
- la coesione drenata C e non drenata C_u ;
- la permeabilità.

La quantificazione del numero di prove (sia in situ sia di laboratorio) da eseguire sarà valutata in fase di definizione del progetto esecutivo.

11 - CONCLUSIONI.

La società "**COGEIN ENERGY S.R.L.**" intende realizzare del territorio comunale di Castelpagano, investendo unitamente anche in parte porzioni dei territori comunali vicini di Colle Sannita, di Circello e di Morcone, un parco eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, parco costituito da n°7 torri eoliche (aerogeneratori) ed una stazione di trasformazione 30-150 KV, quest'ultima ubicata nel Comune di Morcone.

Sulla base dei dati ottenuti della campagna di indagini effettuate sulle aree interessate e dallo studio bibliografico è stata redatta la presente relazione tecnica.

Le conclusioni sono così riassumibili:

- ✓ L'intero territorio di Castepagano, al pari di quelli vicini di Circello e di Morcone, appare caratterizzato in gran parte da una morfologia prevalentemente collinare con rilievi non molto elevati ma delimitati da strette incisioni, in cui trovano posto aste torrentizie (appartenenti al sottobacino idrografico del T. Tammarecchia) più o meno ben sviluppate. Infatti, la natura in gran parte argillosa, argilloso- marnosa e "flyschoide" dei terreni affioranti, e quindi valori di permeabilità piuttosto bassi, determina un elevato deflusso superficiale delle acque meteoriche durante gli eventi piovosi di media-elevata intensità.
- ✓ Per tali intrinseche caratteristiche litostratigrafiche e di permeabilità tutte le località coinvolte dal progetto in esame presentano un deflusso



delle acque in prevalenza di tipo superficiale con ruscellamento areale diffuso che va ad alimentare i sottostanti impluvi vallivi (generalmente a scarsa pendenza e asciutti per buona parte dell'anno).

- ✓ I rilievi collinari appaiono caratterizzati in gran parte da versanti a media pendenza (10°-15°), anche se in taluni punti, là dove presenti per esempio in affioramento litologie (calcareo-marnose ed arenacee) meno erodibili o in prossimità delle incisioni torrentizie le pendenze possono essere più acclivi.
- ✓ Per quanto attiene i litotipi presenti nel sottosuolo delle diverse zone coinvolte, al di sotto di un primo orizzonte pedogenizzato ed uno successivo di alterazione, la zona, su cui sono previsti tutti gli aerogeneratori in progetto, appare caratterizzata dalla presenza di terreni arenacei ed arenaceo-argillosi appartenenti alla *Formazione Molinara*, e più precisamente alla *Facies Molinara* ss. L'area, su cui è prevista la stazione di trasformazione 30-150 KV, risulta caratterizzata dalla presenza in parte dai terreni della *Formazione Molinara* ed in parte dei terreni argilloso-marnosi della *Facies Campolattaro* della *Formazione S. Croce*.
- ✓ In gran parte delle aree interessate dal progetto in esame a copertura di dette formazioni geologiche sono presenti coltri di copertura costituite in parte da depositi legati a processi eluvio-colluviali ed in parte all'alterazione in loco della sottostante formazione geologica locale. Tale coltre di alterazione presenta una composizione intimamente legata alla natura della roccia madre (substrato) ed il cui spessore appare variabile da zona a zona.
- ✓ Parte della superficie della zona interessata dal progetto in esame è caratterizzata dalla presenza di numerosi movimenti franosi. Tale caratteristica risulta intimamente legata alla natura dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area stessa. La morfologia del territorio risulta caratterizzata da un susseguirsi di rilievi collinari in cui l'evoluzione dei versanti avviene per gran parte attraverso lenti movimenti verso valle



della porzione più superficiale e degradata dei litotipi costituenti il sottosuolo. Si individuano, quindi, corpi franosi legati in gran parte a movimenti di tipo “Scivolamento rotazionale/traslativo” e “Colamento”, quest’ultimo per gran parte lento, e solo in determinate condizioni diviene rapido. Tali movimenti franosi di solito interessano solo la parte più superficiale del sottosuolo, coinvolgendo gli orizzonti pedogenizzati e degradati posti nei primi 4÷5 m di profondità ed al di sopra del substrato geologico “integro” locale.

- ✓ Le torri eoliche poggeranno su una piattaforma armata. I carichi del peso proprio e delle vibrazioni, quest’ultime causate essenzialmente dalla forza del vento, saranno trasmessi al sottosuolo per mezzo di fondazioni profonde. Tali tipologie fondali garantiranno non solo la stabilità dell’opera in progetto (torre eolica) ma tenderanno a costituire un elemento di stabilizzazione per l’intera area di sedime in modo da far sì che l’opera non determini un incremento di rischio per l’intera zona.
- ✓ Per il rinterro dei cavidotti in pendio si dovrà utilizzare materiale di riempimento granulare (pietrisco pulito) e procedere al rifacimento del profilo morfologico rispettando le linee di deflusso naturale. Per i cavidotti che seguono le esistenti stradine interpoderali si prevede di realizzare ai lati di esse cunette in terra battuta rivestite da calcestruzzo a protezione del deflusso disperso delle acque meteoriche.
- ✓ L’area su cui è prevista la realizzazione della stazione di trasformazione risulta attualmente stabile e le opere previste su di essa non muteranno la condizione locale di stabilità (carichi relativamente trascurabili, pochi movimenti di terra). Per la sua posizione si esclude qualsiasi tipo d’interferenza con il reticolo idrografico locale.
- ✓ Per quanto esposto ed evidenziato, le opere previste in progetto non influenzeranno o modificheranno le condizioni morfologiche ed idrogeologiche dei luoghi né potranno ostacolare il libero deflusso delle acque compatibilmente con la natura dei suoli (cfr. paragrafi precedenti).



- ✓ Il progetto in esame prevede, anche, la realizzazione a servitù dei diversi aerogeneratori, come ampiamente illustrato nei paragrafi precedenti, di piazzole e l'adeguamento della viabilità (adeguamento di strade già esistenti e realizzazione di tratti nuovi). L'esecuzione di tali opere prevede solo ridotti movimenti di terra e il progetto contempla nella fase successiva al montaggio dei diversi aerogeneratori attraverso il ricorso all'ingegneria naturalistica, là dove possibile, il ripristino delle condizioni originarie delle aree non più necessarie. Nel caso in cui la morfologia presenti caratteristiche tali da determinare sui bordi sia delle strade in fase di adeguamento sia di quelle nuove sia delle piazzole la presenza di piccole scarpate si provvederà alla verifica della stabilità di quest'ultime e nel caso di necessità stabilizzate mediante varie tipologie di intervento. Anche in questo caso, ove possibile, si utilizzeranno tecniche di ingegneria naturalistica.
- ✓ I movimenti di terra da effettuarsi per la realizzazione delle varie opere in progetto saranno, in ogni caso, ridotti al minimo e per essi non si prevedono particolari interferenze con la staticità delle aree coinvolte e/o con la circolazione idrica; i vari accorgimenti previsti in progetto e la sistemazione definitiva delle aree oggetto d'intervento permettono di affermare che non ci sarà aumento del rischio idrogeologico legato ai lavori previsti.
- ✓ La reale stabilità dei singoli siti coinvolti dal presente progetto, in particolare quelli ove saranno realizzati gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione, unitamente ai tratti interessati dal passaggio dei vari cavidotti e delle strade nuove o da adeguare, ove necessario, andrà analizzata e verificata in maniera più approfondita in una fase successiva (progetto esecutivo) mediante la realizzazione di opportune e adeguate indagini in situ e di laboratorio geotecnico.
- ✓ Le suddette indagini (sondaggi geognostici, prove S.P.T e/o scissometriche in foro di sondaggio, prove sismiche Down-Hole, prove di laboratorio su campioni indisturbati, ecc..) consentiranno in maniera più precisa di definire, anche, le tipologie di fondazioni da adottare e le loro dimensioni.



Sulla scorta dei dati acquisiti nell'espletamento delle varie indagini si può esprimere, infine, un parere favorevole alla fattibilità dell'intervento in oggetto non esistendo comunque particolari impedimenti dal punto di vista geologico.

In particolare tutti i dati acquisiti nelle varie indagini eseguite hanno dimostrato, in prima analisi, che:

- ◇ *Gli interventi in oggetto sono compatibili con quanto previsto dal citato Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, dalle norme di attuazione e dalle misure di salvaguardia;*
- ◇ *le realizzazioni garantiscono, secondo le caratteristiche e le necessità relative a ciascuna fattispecie, la sicurezza del territorio in coerenza con quanto disposto all'art.31 lettera "c" della L.183/89 sulla base dei tre criteri: "incolumità delle popolazioni, danno incombente, organica sistemazione".*
- ◇ *le opere previste sono progettate a garanzia del mantenimento della stabilità dei terreni e di un'adeguata regimentazione delle acque di ruscellamento.*
- ◇ *il progetto è strutturato in modo tale da consentire lo svincolo idrogeologico delle aree coinvolte (ai sensi del R.D.L. n°3267 del 1923 ed ai sensi dell'Art.23 della L.R. n°11 del 1996).*

Pagani: Aprile 2021



Dott. Geol. Alfonso Pappalardo



COMMITTENTE:	Spett.le "COGEIN ENERGY S.R.L."
LOCALITÀ:	Castelpagano (BN).

APPENDICE

ALLEGATI

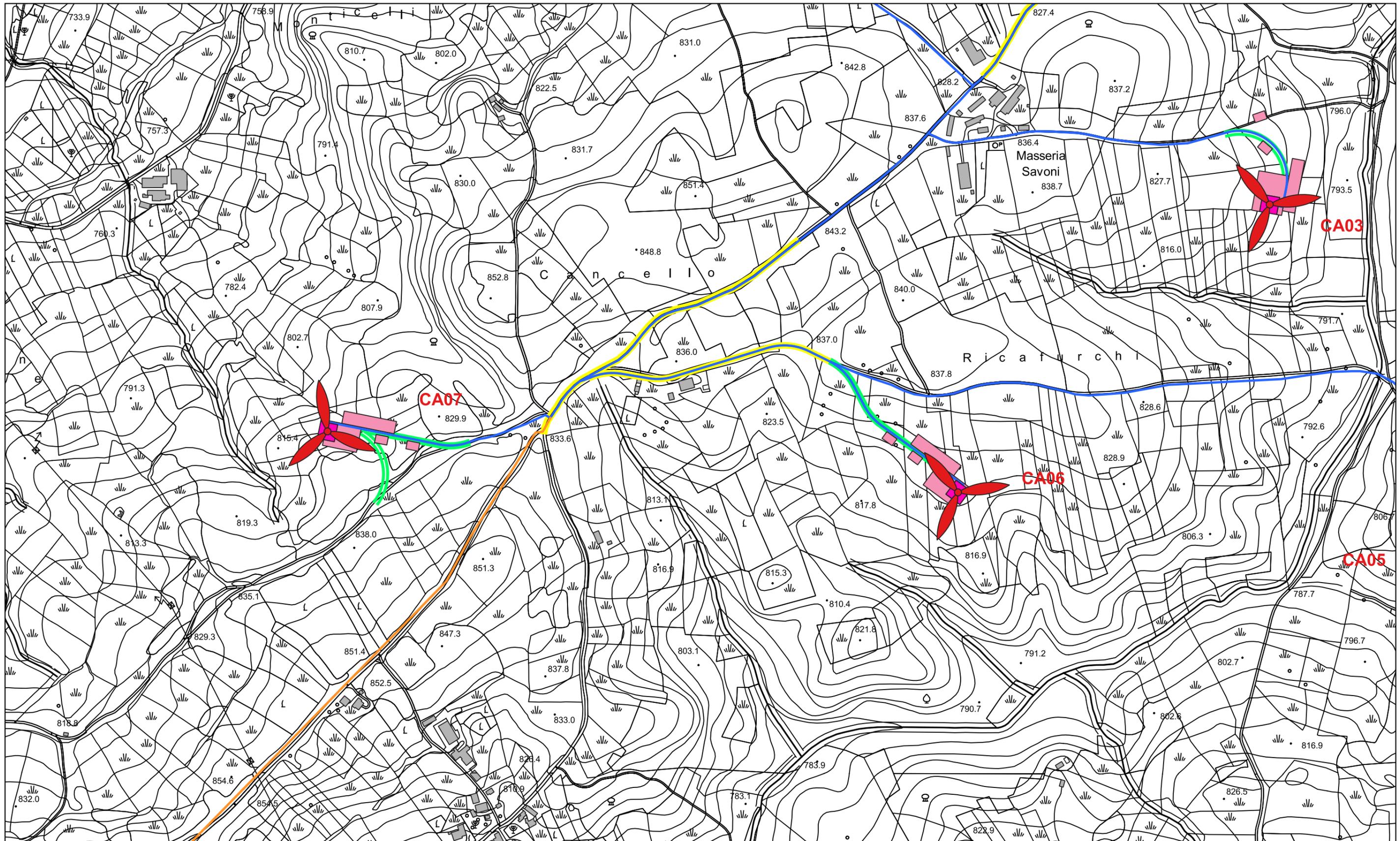
- ◇ *Stralcio Carta Topografica d'Italia I.G.M. scala 1: 25.000 - unione Tavole II SE (Colle Sannita) e II SO (Circello) del F°162 Campobasso -;*
- ◇ *Stralcio Aerofotogrammetria CTR (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);*
- ◇ *Carta Geologica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);*
- ◇ *Carta Geolitologica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);*
- ◇ *Carta Idrogeologica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);*
- ◇ *Carta Clivometrica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);*
- ◇ *Carta Geomorfologica (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);*
- ◇ *Carta IFFI (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);*
- ◇ *Carta del Rischio di frana PAI (Tavv. 1-2-3-6 a scala 1: 5.000 e Tavv. 4-5 a scala 1: 10.000);*
- ◇ *Sezioni Topografiche e Geologiche (siti aerogeneratori e stazione di trasformazione).*



Stralcio Aerofotogrammetria CTR a scala 1:10.000 (TAV.4)



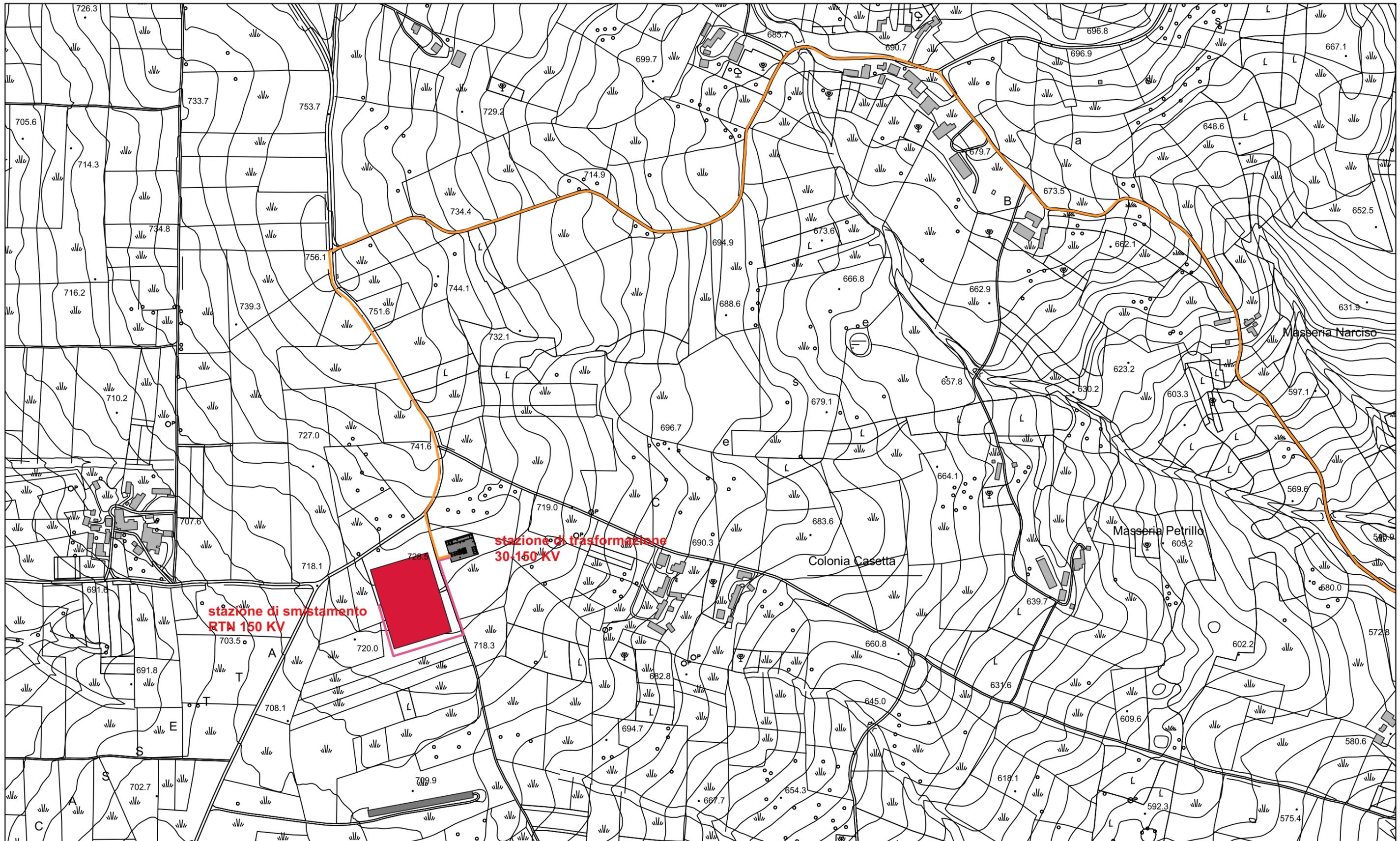
Stralcio Aerofotogrammetria CTR a scala 1:10.000 (TAV.5)



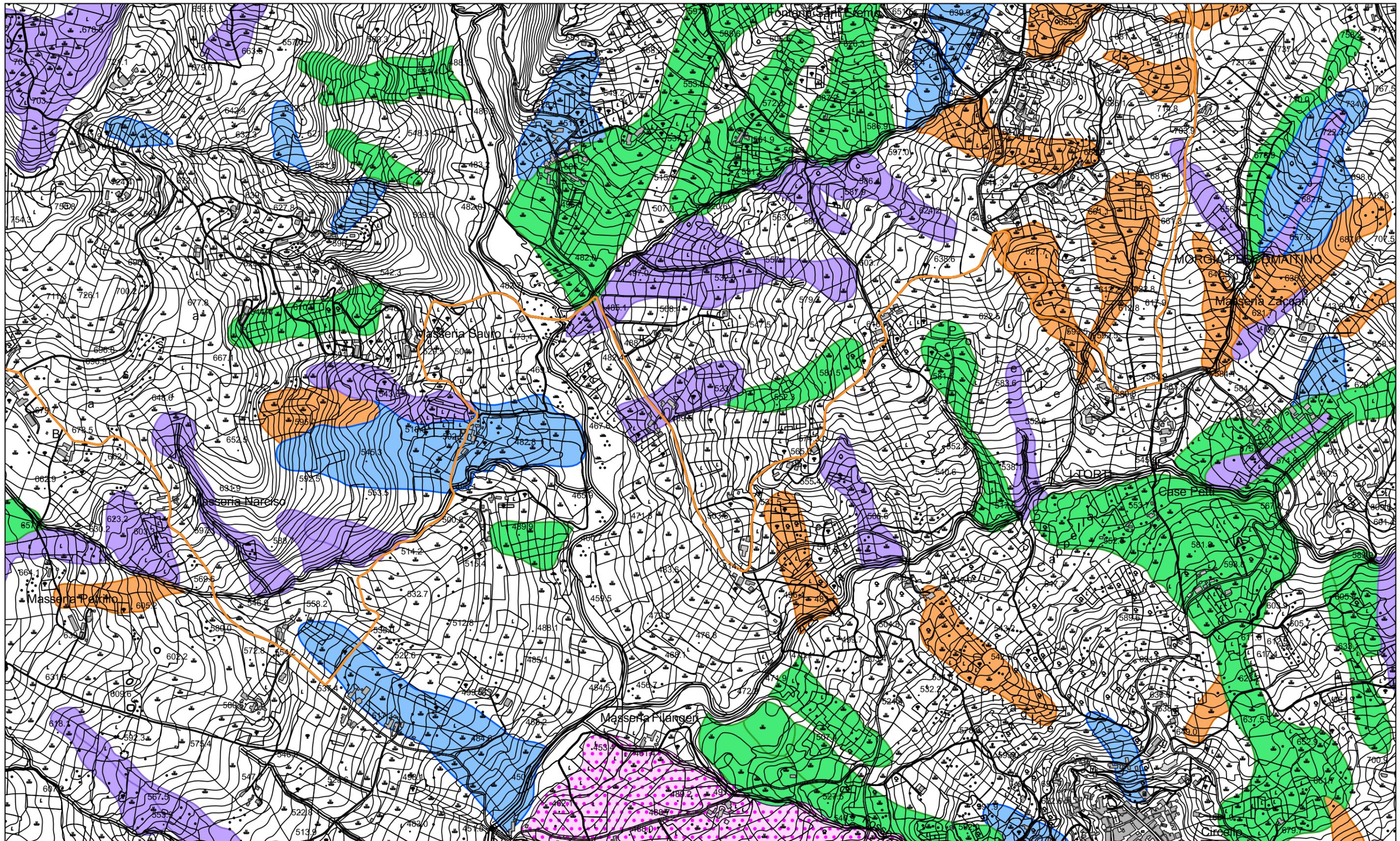
Stralcio Aerofotogrammetria CTR a scala 1:5.000 (TAV.2)



Stralcio Aerofotogrammetria CTR a scala 1:5.000 (TAV.3)

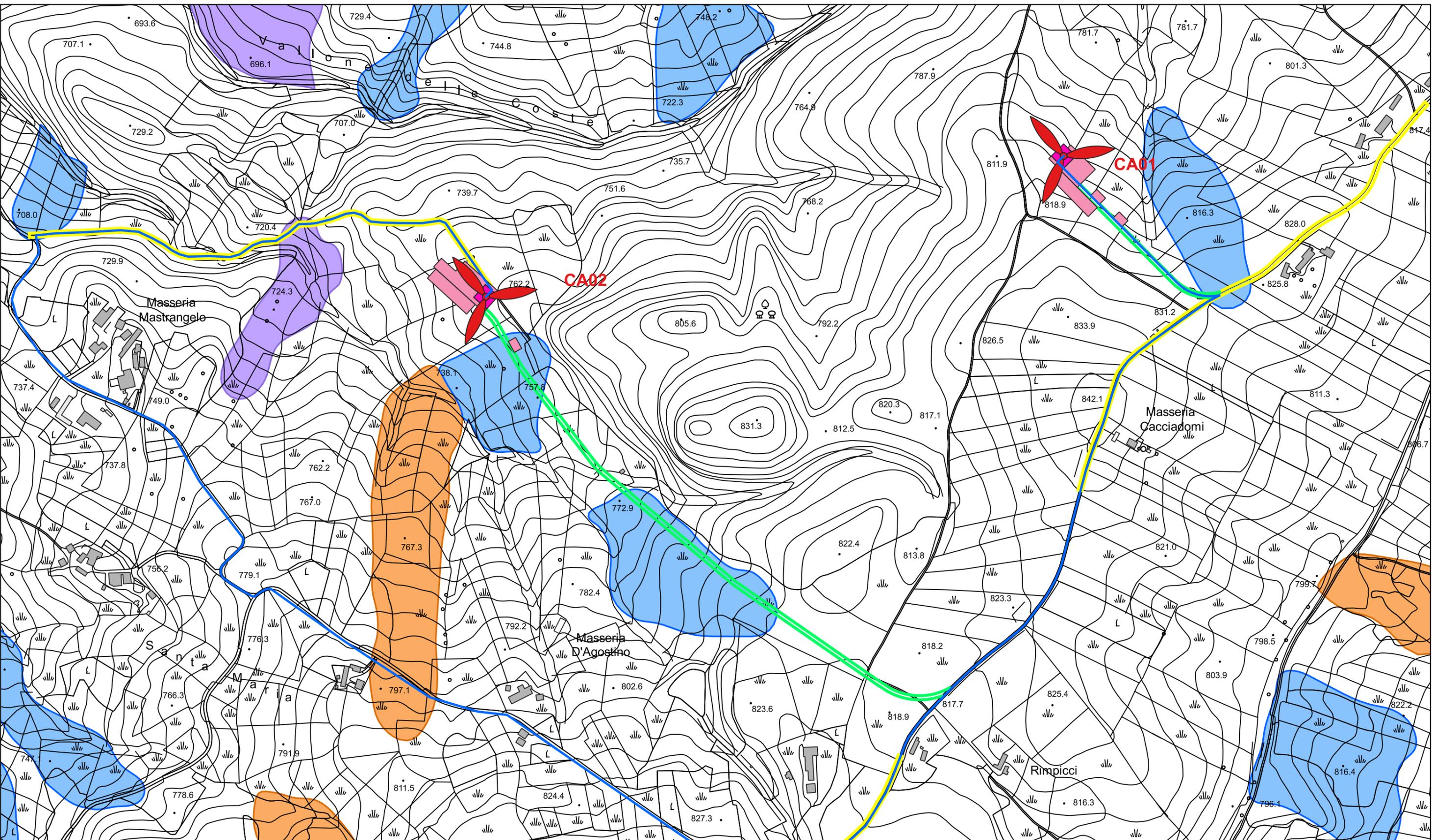


Stralcio Aerofotogrammetria CTR a scala 1:5.000 (TAV.6)



Carta IFFI* a scala 1:10.000 (TAV.5)

*cartografia realizzata su base aerofotogrammetrica CTR mediante l'uso dello shapefile "BN_iffi" dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Campania - Regione Campania - APAT



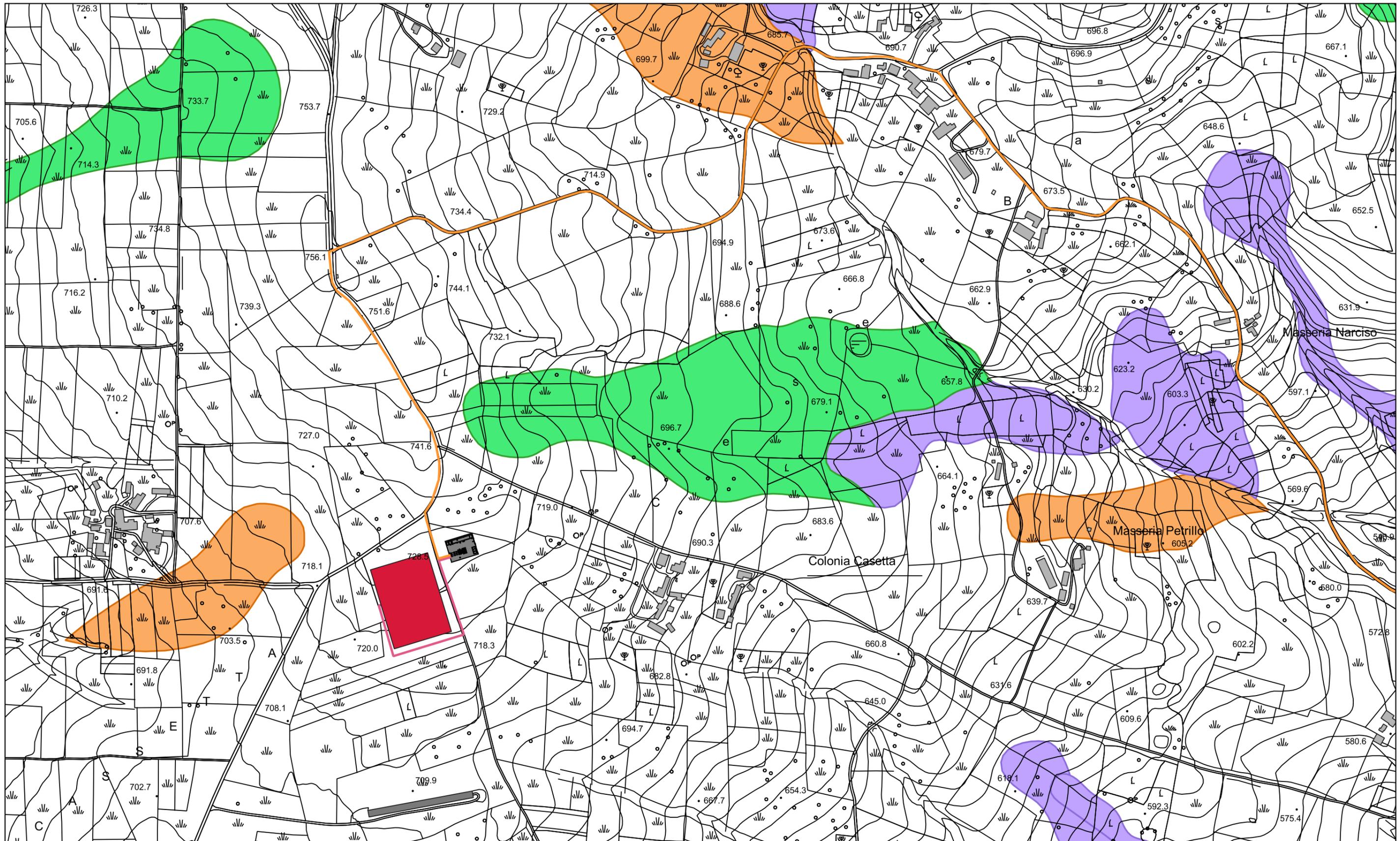
Carta IFFI* a scala 1:5.000 (TAV.1)

*cartografia realizzata su base aerofotogrammetrica CTR mediante l'uso dello shapefile "BN_iffi" dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Campania - Regione Campania - APAT



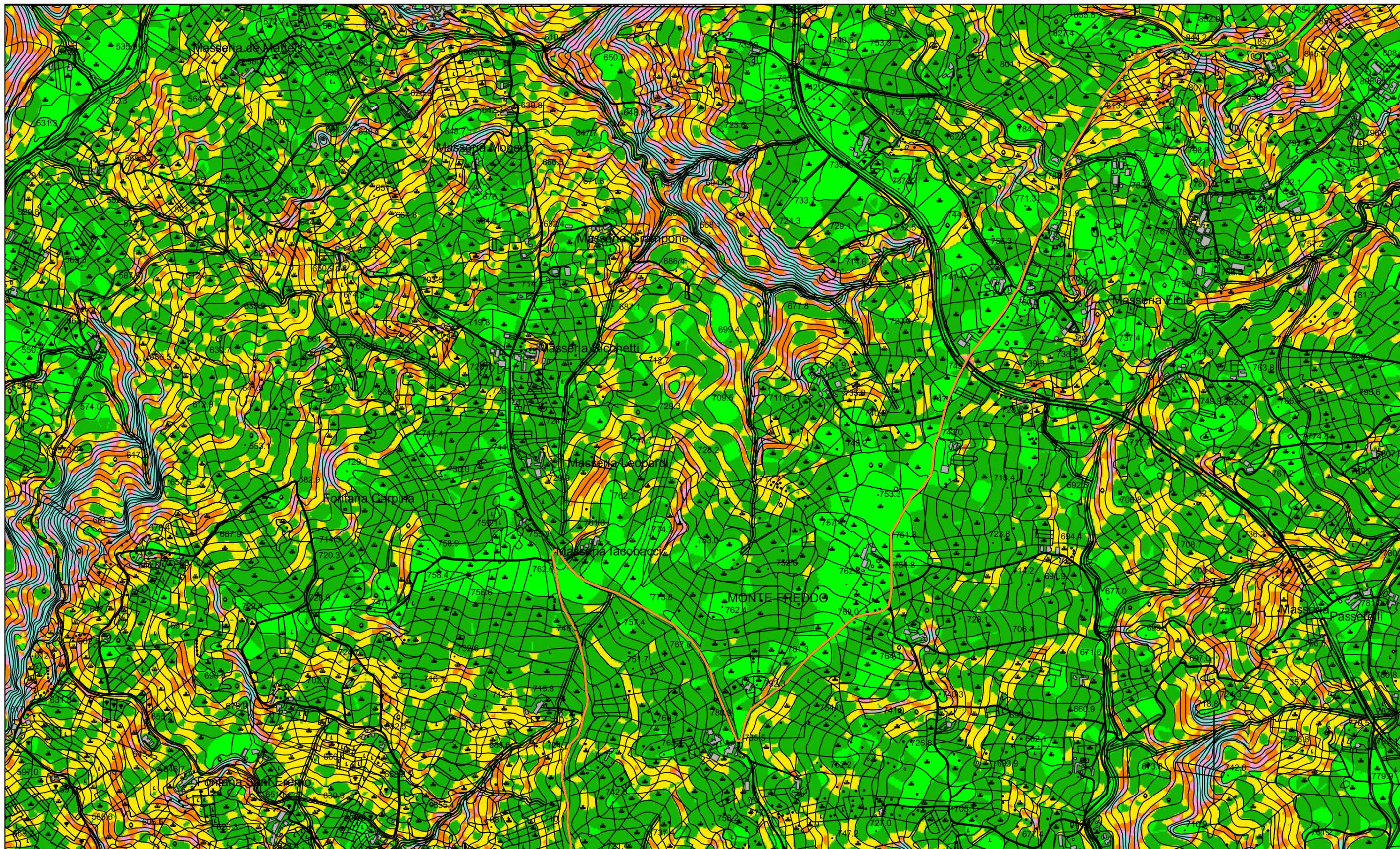
Carta IFFI* a scala 1:5.000 (TAV.3)

*cartografia realizzata su base aerofotogrammetrica CTR mediante l'uso dello shapefile "BN_iffi" dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Campania - Regione Campania - APAT

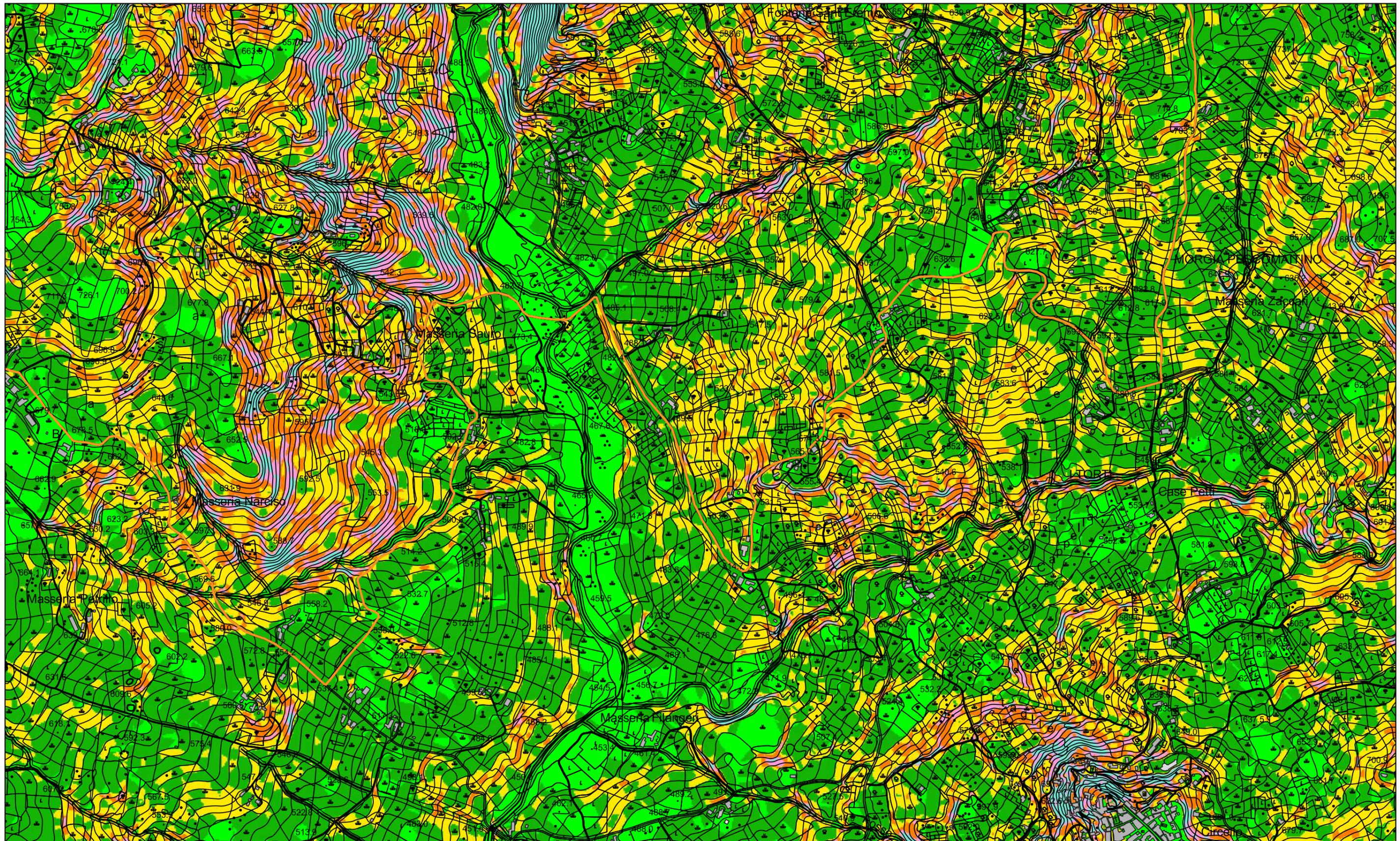


Carta IFFI* a scala 1:5.000 (TAV.6)

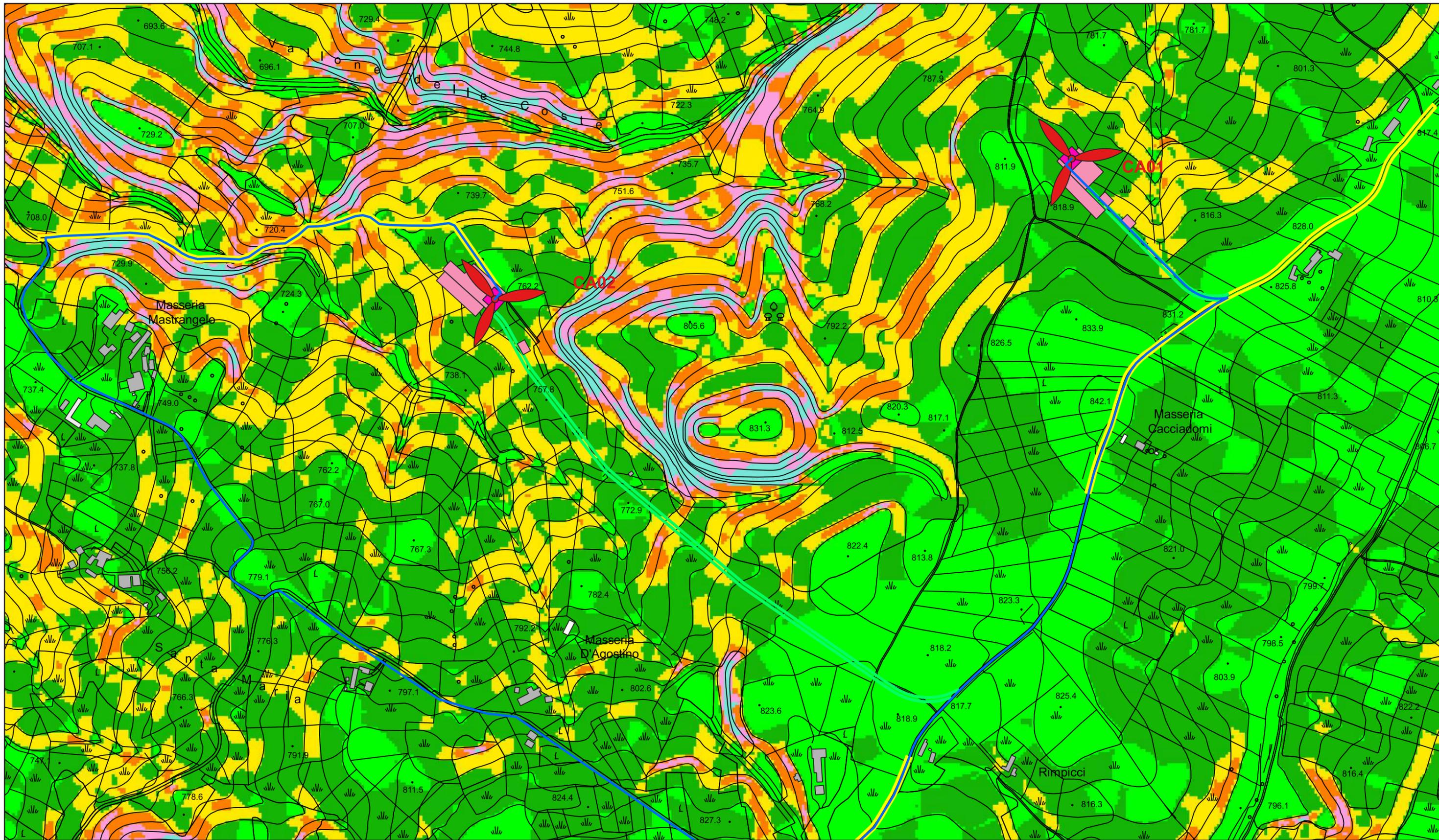
*cartografia realizzata su base aerofotogrammetrica CTR mediante l'uso dello shapefile "BN_iffi" dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Campania - Regione Campania - APAT



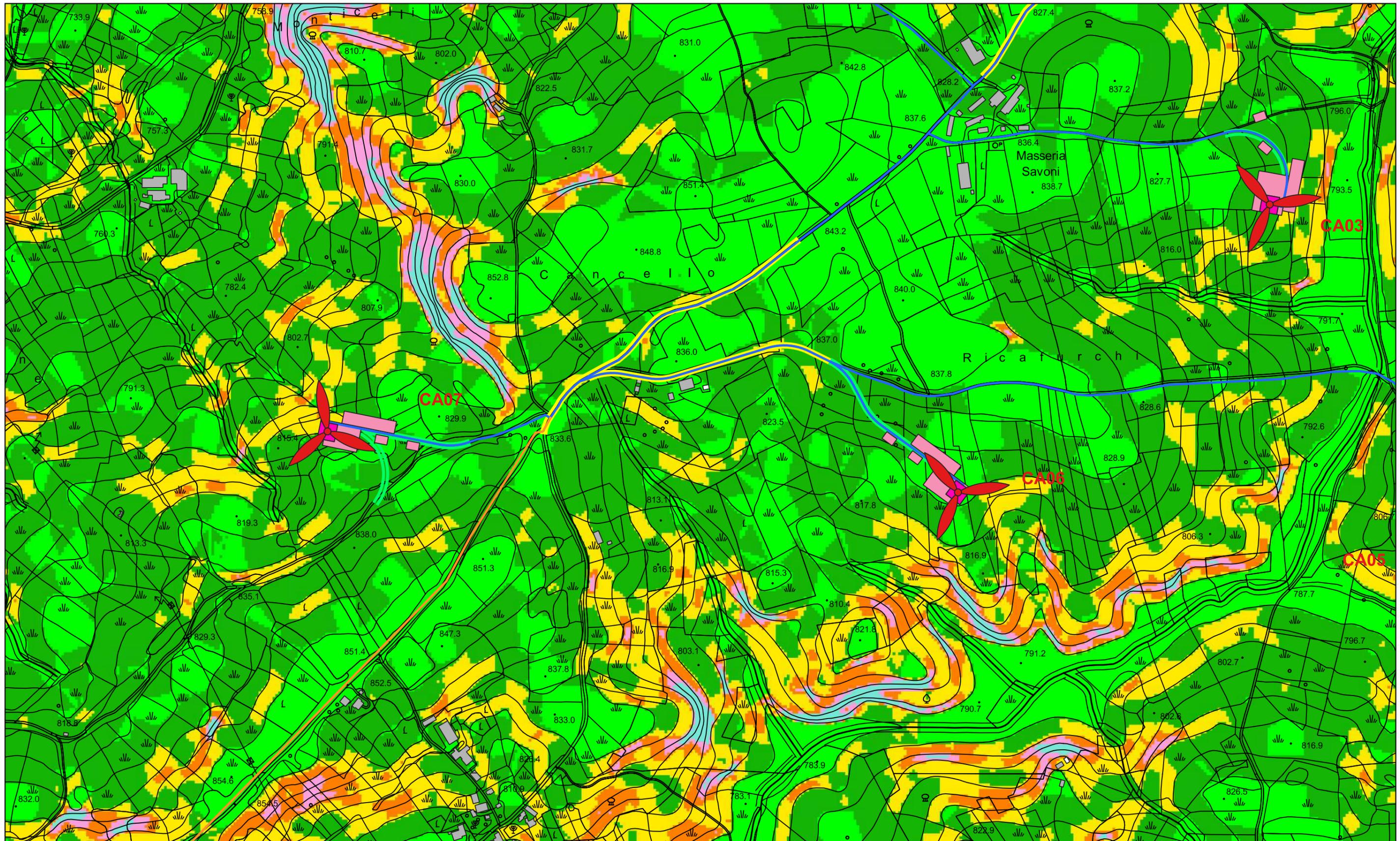
Carta Clivometrica a scala 1:10.000 (TAV.4)



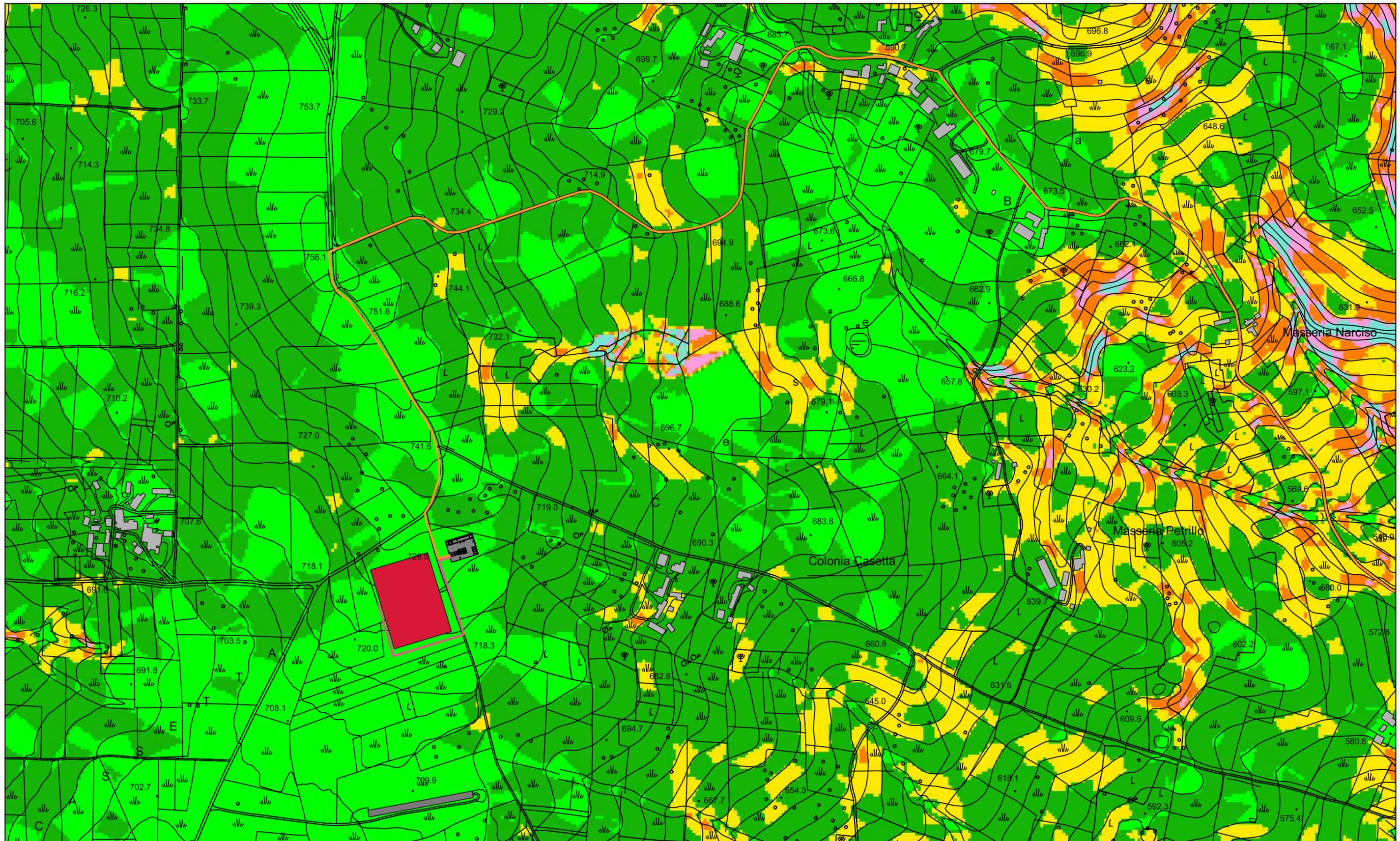
Carta Clivometrica a scala 1:10.000 (TAV.5)



Carta Clivometrica a scala 1:5.000 (TAV.1)



Carta Clivometrica a scala 1:5.000 (TAV.2)



Carta Clivometrica a scala 1:5.000 (TAV.6)