



**REGIONE
LAZIO**



Provincia di
LATINA



Comune di Latina



Comune di Aprilia

Proponente:

GRUPOTEC SOLAR ITALIA 9 S.r.l.



Via Cappuccio, 12 - 20123 Milano - Italy
pec: grupotecsolaritalia9srl@legalmail.it

Progetto Definitivo

Denominazione progetto:

**Potenziamento/Rifacimento elettrodotto
RTN AT 150 kV fra CP "Aprilia"
e CP "Le Ferriere"**

Sito in:

COMUNI DI APRILIA (LT) e LATINA (LT)

Titolo elaborato:

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA
PRELIMINARE**

Elaborato n.

REL 10

Scala -



TIMBRI E FIRME:

REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	dott. geol. Cristian Borra	dott. geol. Cristian Borra	ing. Massimiliano Marchica	06/05/2024
01				
02				
03				
04				
05				

FIRMA/TIMBRO
COMMITTENTE:



FLYREN

THE CULTURE OF CLEAN ENERGY

Flyren Development S.r.l.
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528
email: info@flyren.eu
web: www.flyren.eu
C.F. / P. IVA n. 12062400010

Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 1 di 16

1.	PREMESSA	2
2.	CARATTERI GEOMORFOLOGICI, GEOLITOLOGICI, IDROGEOLOGICI E IDROLOGICI DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO	3
3.	PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO D'INTERVENTO	7
4.	CARATTERI SISMICI DELL'AREA D'INDAGINE	9
5.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	14
6.	ALLEGATI.....	16

Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 2 di 16

1. Premessa

La presente relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare a supporto di un progetto di potenziamento della linea AT a 150 KV nella tratta compresa tra le CP "Aprilia" e CP "Le Ferriere", nei Comuni di Aprilia e Latina (LT), fa seguito a un'indagine geologico - tecnica preliminare, al fine di fornire al Progettista dell'intervento utili indicazioni su: 1) i termini litologici presenti in sito, 2) le caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti il piano di appoggio delle opere di fondazione in progetto, 3) l'eventuale presenza di fenomeni di dissesto in atto o potenziali (allo stato attuale ed alla luce degli interventi in progetto) e 4) le corrette modalità di raccolta e smaltimento delle acque di precipitazione diretta e provenienti dalle aree limitrofe e 5) i caratteri sismici dell'area di indagine.

La tratta della linea AT oggetto d'intervento, di lunghezza pari a 15 km circa, risulta compresa tra i Comuni di Aprilia e Latina, in un'area ad uso prevalentemente agricolo e secondariamente residenziale. Il progetto in esame, in sintesi, prevede le seguenti opere:

- Sostituzione Conduttori linea aerea;
- Interramento del tratto di linea aerea AT tra la nuova "CP "Olimpo (P.15) e il sostegno P.30, in quanto attualmente passante al di sopra di un'area urbanizzata;
- Sostituzione di n. 5 sostegni, di cui 1 capolinea (P.30N) per la transizione cavo-linea aerea, e 4 di altezza più alta degli esistenti per risolvere le interferenze CEM (P.3, P10, P.11 e P.55).

Nel complesso, l'intervento in progetto comporterà modesti movimenti terra, per i quali andrà prevista la realizzazione di opere di sostegno di tipo ordinario.

L'indagine geologico - tecnica è stata estesa ad un significativo intorno dell'area interessata dagli interventi con il preciso intento di definirne le potenzialità di fruizione in relazione all'assetto territoriale, verificando le condizioni di stabilità, l'eventuale presenza di elementi morfogenici dissestivi e lo stato di fatto, traendone le opportune valutazioni sulla compatibilità degli interventi con la situazione idrogeologica locale.

La presente indagine è eseguita ai sensi de:

- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, che definisce la classificazione sismica del territorio nazionale;
- D.M. delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 Gennaio 2018, Norme tecniche per le costruzioni;
- Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dei Bacini della Regione Lazio;
- Piano Territoriale Paesistico della Regione Lazio;
- P.T.P. della Provincia di Latina;
- P.R.G.C. dei Comuni di Latina e Aprilia.

Preliminarmente all'esecuzione dell'indagine in sito, è stata condotta una ricerca dei dati bibliografici e della cartografia tecnica disponibili riguardanti l'area in oggetto, nonché degli elaborati geologico - tecnici allegati ai vigenti P.R.G.C.

Vengono di seguito esposte alcune note circa le caratteristiche geomorfologiche, geolitologiche, idrogeologiche, idrologiche, geotecniche e sismiche dell'area interessata dal progetto.

Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 3 di 16

2. Caratteri geomorfologici, geolitologici, idrogeologici e idrologici dell'area interessata dall'intervento

L'area oggetto d'indagine ricade nei territori comunali di Latina e Aprilia, nella Pianura Pontina. Per l'inquadramento topografico dell'opera in esame si rimanda all'allegato 1 (Inquadramento topografico, scala 1:50.000).

La zona interessata dall'intervento ha come principale caratteristica, dal punto di vista **geomorfologico**, quella di formare un ambiente di pianura, con forme legate all'azione geomorfica esercitata nel recente passato ed attualmente dal modellamento delle acque superficiali ed eolico.

Il sito in esame risulta compreso tra le quote di 70 m s.l.m. (zona N) e 30 m s.l.m. (zona S), in un'area ad uso prevalentemente agricolo e secondariamente residenziale compreso tra la zona SE del Comune di Aprilia e quella NW del Comune di Latina.

Le indagini svolte, le informazioni storiche acquisite, nonché l'analisi della cartografia tecnica disponibile, non hanno evidenziato il verificarsi di fenomeni di esondazione per piene ordinarie e straordinarie di corsi d'acqua principali, minori o artificiali che abbiano coinvolto la zona indagata in tempi recenti.

Nel complesso, dal confronto con la cartografia e le prescrizioni dei vigenti Piani, l'intervento in oggetto risulta compatibile con la Normativa Generale.

I rilievi eseguiti in sito non hanno evidenziato la presenza, data la disposizione ad acclività molto bassa, di processi di instabilità in atto o potenziali; si è inoltre verificato come i diversi manufatti presenti nelle immediate vicinanze della linea AT oggetto d'intervento non manifestino lesioni significative e come la presenza di piccole lesioni in alcuni fabbricati sia, con tutta probabilità, attribuibile ad assestamenti strutturali degli edifici stessi.

Come evidenziato nella cartografia tecnica del PAI e del P.G.R.A., le aree d'intervento non ricadono in zone soggette a pericoli di natura idraulica, né di instabilità di versante.

Alla luce di quanto esposto, l'area in oggetto è da ritenersi complessivamente stabile, escludendo, al momento dell'indagine, fenomeni morfogenici dissestivi in atto o potenziali di particolare entità. Solo localmente si potranno presentare modeste e puntuali problematiche geomorfologiche connesse con la variazione della composizione e della potenza del materiale sciolto di copertura e del suo stato di consistenza. Potranno quindi verificarsi fenomeni di piccoli assestamenti legati alla circolazione idrica superficiale e sub-superficiale, anche in settori della zona in esame apparentemente assestati, in tempi più o meno lunghi.

Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 4 di 16

Dal punto di vista **geolitologico**, in base a quanto riportato nella cartografia tecnica disponibile (cfr. allegato n. 2, Carta geologica alla scala 1:50.000), si evidenzia che i terreni presenti nell'area in esame presentano origine e composizione diversa a seconda della zona considerata. Nel dettaglio, lungo il tracciato in oggetto si riconoscono le seguenti unità:

- Dalla CP "Aprilia" fino al sostegno P3 sono presenti depositi di origine vulcanica (c.d. Pozzolane, di età pleistocenica);
- Dal sostegno P3 fino al P30N sono presenti depositi di origine marina a composizione prevalentemente sabbiosa (Pleistocene sup.);
- Dal sostegno P30 N fino alla CP "Le Ferrere" è presente in prevalenza un substrato di Tufi litoidi (Pleistocene), con locali zone occupate da depositi alluvionali e lacustri di età olocenica.

-

Localmente sono segnalati materiali di riporto, derivanti dallo scavo dei canali di bonifica, pertanto composti dai terreni presenti in sito sopra indicati.

In generale, i processi di alterazione e degradazione (azioni pedogenetiche), sui terreni del tipo di quelli affioranti o sub-affioranti, unitamente a quelli di deposizione eolica verificatisi durante il Quaternario, danno luogo ad una coltre di copertura a composizione prevalente limosa, la quale, talvolta, ingloba clasti lapidei di piccola e media pezzatura.

Dal punto di vista idrogeologico, l'indagine eseguita non ha evidenziato, nell'area e nella zona circostante, la presenza di emergenze idriche (sorgenti), mentre si segnalano alcuni punti di captazione di acque sotterranee (pozzi).

I terreni presenti nel sito in esame presentano le caratteristiche di un acquifero multifalda, in quanto i litotipi di origine epivulcanici, nonché quelli eolici e di origine palustre sono caratterizzati da un grado di permeabilità estremamente variabile in funzione delle caratteristiche granulometriche dei singoli livelli.

Come rappresentato nella Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio, della quale si riporta di seguito un estratto, l'area di intervento si colloca nei seguenti complessi idrogeologici:

- Complesso delle Pozzolane, avente potenzialità acquifera media;
- Complesso delle sabbie dunari, avente potenzialità acquifera medio – alta;
- Complesso dei depositi alluvionali recenti, aventi potenzialità acquifera da bassa a medio-alta e sede di falde multistrato.

L'assetto geologico e geomorfologico del territorio costituisce un elemento di controllo sulla distribuzione delle acque nel suolo: in particolare, si evidenzia che le falde ospitate nei terreni in esame risultano direttamente connesse con il locale reticolo idrografico. In particolare, si osserva localmente una direzione di deflusso della falda superficiale con direzione media NNE-SSW, con effetto drenante delle canalizzazioni artificiali (es. Fosso Spaccasassi).

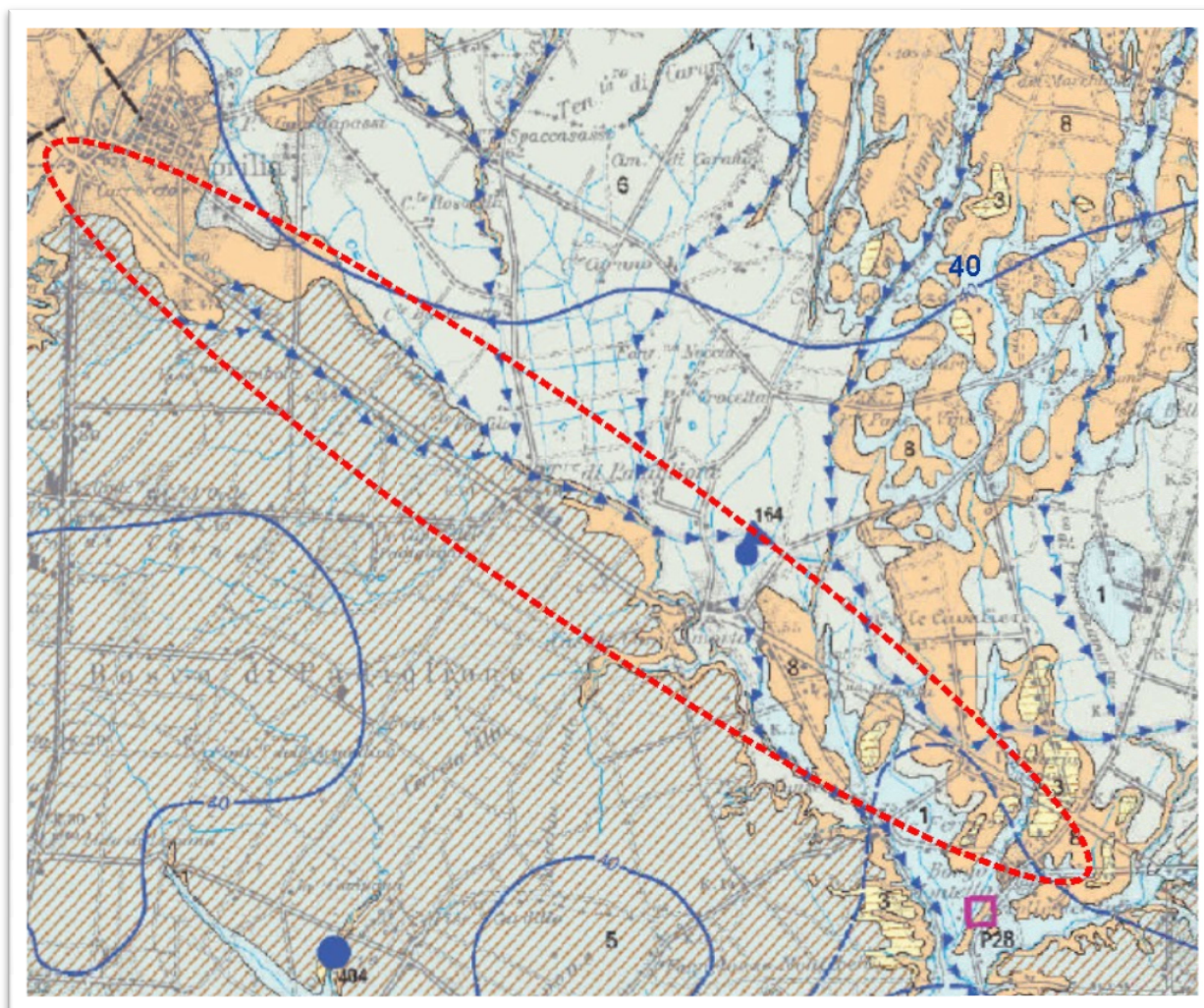


Figura 1. Inquadramento idrogeologico dell'intera area d'intervento (estratto dalla Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio, scala 1:100.000).

La superficie piezometrica della prima falda può subire moderate variazioni di livello durante l'anno a causa dei differenti apporti meteorici e a causa delle attività agricole: valutata la piezometria disponibile per la zona in esame, si evidenzia che la soggiacenza media della falda, in corrispondenza della zona in esame, risulta essere compresa tra un minimo di 5 m da p.c. (zona S, in prossimità della CP "Le Ferrere") e un massimo di 30 m (zona prossima ad Aprilia), con direzione di deflusso volta mediamente verso S-SE.

Secondo quanto dedotto dall'indagine eseguita a scala locale, nonché sulla base degli elaborati progettuali disponibili, si rappresenta che le opere fondazionali dei manufatti fuori terra in progetto (nuova CP e sostegni) non intercetteranno le acque di falda, in quanto questa presenta una soggiacenza superiore rispetto alla quota di fondazione: alla luce di tale considerazione, si evidenzia quindi che tali manufatti non interferiranno con il locale assetto idrogeologico.

In merito al tratto di linea interrata, si evidenzia che questa, lungo la maggior parte del tracciato, verrà collocata a circa 1,7 m da p.c., con locali attraversamenti in TOC, non interessando quindi la porzione satura del sottosuolo: si afferma, pertanto, la compatibilità della tratta interrata in progetto con le condizioni idrogeologiche locali.

Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 6 di 16

Dal punto di vista **idrologico**, si rappresenta che il sito in esame risulta essere soggetto ad un rischio idraulico di grado basso, ponendosi in un'area esterna rispetto alle zone soggette alla dinamica idraulica del locale reticolo idrografico.

Come già evidenziato nelle considerazioni geomorfologiche, si sottolinea che le indagini svolte, le informazioni storiche acquisite, nonché l'analisi della cartografia tecnica disponibile, non hanno evidenziato il verificarsi di fenomeni di esondazione per piene ordinarie e straordinarie di corsi d'acqua principali, minori o artificiali che abbiano coinvolto la zona indagata in tempi recenti.

Alla luce di quanto sopra indicato, nonché valutata la natura dell'intervento in progetto, si conferma la compatibilità di questo con le condizioni di pericolosità locale, non comportando incrementi del rischio idraulico locale.

3. Parametrizzazione geotecnica del sito d'intervento

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri mediati da attribuire ai terreni interessati dalle opere in progetto desunti dai dati disponibili per l'area esame ed un suo intorno significativo:

a) Settore da CP "Aprilia" a sostegno P3

Unità litologica	Litologia	Nspt	Tipo	Classificazione A.G.I.	VALORI MEDI		
					γ_m	ϕ'_m	Cu_m
					t/m^3	$^\circ$	kg/cm^2
1	Coltre superficiale (profondità 1 - 2m)	< 5	Coesivo	Moderatamente consistente	1,7	20	0,2
2	Pozzolane	15 - 30	Coesivo	Da consistente a estr. consistente	2,2	30	1,0

dove:

Nspt: numero colpi riferibili ad una prova SPT

γ : peso di volume

ϕ : angolo di attrito

Cu: coesione non drenata

b) Settore da sostegno P3 a sostegno P30N

Unità litologica	Litologia	Nspt	Tipo	Classificazione A.G.I.	VALORI MEDI		
					γ_m	ϕ'_m	Cu_m
					t/m^3	$^\circ$	kg/cm^2
1	Coltre superficiale (profondità 1 - 2m)	< 5	Coesivo	Moderatamente consistente	1,7	20	0,2
2	Depositi sabbiosi Pleistocenici	10 - 15	Coesivo	Da mod. consistente a consistente	1,9	25	0,5

c) Settore da sostegno P30N a CP "Le Ferrere"

Unità litologica	Litologia	Nspt	Tipo	Classificazione A.G.I.	VALORI MEDI		
					γ_m	ϕ'_m	Cu_m
					t/m^3	$^\circ$	kg/cm^2
1	Coltre superficiale e depositi alluvionali (profondità 1 - 5m)	< 5	Coesivo	Moderatamente consistente	1,7	20	0,2
2	Tufi litoidi	15 - 50	Coesivo	Da consistente a estr. consistente	2,2	30	1,0

Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 8 di 16

Lo schema geotecnico valido per le opere in progetto, con particolare riferimento ai sostegni di nuova realizzazione e alla CP "Olimpo", verrà definito sulla base di apposite prove geotecniche e geofisiche in situ, da eseguirsi a supporto della fase esecutiva degli interventi.

Una volta ottenuti i predetti valori caratteristici e di progetto da utilizzarsi nelle diverse tipologie di verifiche da parte del Progettista, tutte le opere e le componenti strutturali dovranno essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalla normativa vigente.

Le opere e le varie tipologie strutturali dovranno possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU);
- capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo (SLU) ha carattere irreversibile e si definisce collasso. Il superamento di uno stato limite di esercizio (SLE) può avere carattere reversibile o irreversibile.

Il superamento di uno stato limite di esercizio (SLE) ha carattere reversibile nel caso che si esamini una situazione in cui la deformazione o il danno cessino con l'estinguersi della causa che ha determinato il superamento dello stato limite. Se, pur non avendosi il collasso, l'opera subisce lesioni tali da renderla inutilizzabile, in quest'ultimo caso siamo in presenza di danni irreversibili o di deformazioni permanenti inaccettabili. Ad esempio, nel caso di una fondazione superficiale ciò può verificarsi quando i cedimenti del terreno superano una soglia critica, provocando delle distorsioni angolari non accettabili negli elementi della sovrastruttura.

Per le opere esistenti è possibile fare riferimento a livelli di sicurezza diversi da quelli delle nuove opere ed è anche possibile considerare solo gli stati limite ultimi (SLU).

La verifica della sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) di resistenza si ottiene con il "Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti parziali" di sicurezza tramite l'equazione:

$$R_d > E_d$$

con:

- R_d = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate (di pertinenza del geotecnico e dello strutturista);
- E_d = valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico (di pertinenza dello strutturista).

Disponendo dei carichi indotti dalle strutture in progetto, nonché dei parametri caratteristici e di progetto forniti, dovranno essere effettuate dal Progettista le verifiche ai diversi stati limite del sistema geotecnico applicando le combinazioni e i coefficienti parziali sui parametri previsti dal D.M. 17.01.2018.

4. Caratteri sismici dell'area d'indagine

Secondo l'Ordinanza 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, aggiornata con le comunicazioni fornite dalle Regioni, vengono individuate, nelle "norme tecniche", 4 valori di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (A_g/g). Ciascuna zona viene individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (A_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (A_g/g).

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

Nell'ambito della riclassificazione sismica del territorio nazionale, secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, nonché secondo la nuova classificazione sismica della Regione Lazio entrata in vigore con D.G.R. n. 387 del 22.05.2009 ed integrata dalla rettifica riportata con D.G.R. n. 835 del 03.11.2009), i territori comunali interessati dalle opere in progetto risultano classificati come segue:

- il territorio comunale di Aprilia risulta classificato nell'ambito della Zona 2B. Tale zona corrisponde a:
 - Accelerazione orizz. con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [A_g/g] = 0,15 – 0,20;
 - Accelerazione orizz. di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [A_g/g] = 0,20.
- il territorio comunale di Latina risulta classificato nell'ambito della Zona 3A. Tale zona corrisponde a:
 - Accelerazione orizz. con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [A_g/g] = 0,10 – 0,15;
 - Accelerazione orizz. di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [A_g/g] = 0,15.

Categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, come riportato nel D.M. delle Infrastrutture 17.01.2018, punto 3.2.2 "Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche", si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (Tabella 3.2.II - le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni superficiali, oppure alla quota di testa dei pali nel caso di fondazioni speciali):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Nelle definizioni precedenti $V_{s,eq}$ è la velocità media di propagazione delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{N \sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio dello strato i -esimo, mentre H indica la profondità del substrato (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s).

I terreni indagati, in base alle caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti in sito nonché da quanto emerso dalle indagini eseguite, rientrano all'interno della **categoria C** laddove presenti coperture pluridecametriche di depositi a moderata consistenza, passanti alla **categoria B** dove si rileva un substrato da consistente a molto consistente.

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di O_{Fo} e T_{c^*} relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V del D.M., nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo T_{c^*} è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_r considerati dalla pericolosità sismica, i 3 parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;
- F_o e T_c^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Sempre in merito alle indicazioni fornite nel suddetto punto 3.2.2, si rappresenta che la risposta sismica locale di un sito, oltre che dalle caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo, dipende anche dalla conformazione morfologica dei luoghi. Pertanto, qualora le caratteristiche topografiche dei luoghi non risultino particolarmente complesse (caso nel quale è necessario prevedere una modellizzazione particolare del sito, necessaria per identificare correttamente le caratteristiche di risposta sismica locale), vengono individuate 4 diverse categorie topografiche, rappresentative di altrettante configurazioni superficiali semplici, riportate nella successiva tabella (Tabella 3.2.IV).

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 $i > 30^\circ$

Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 12 di 16

Come riportato nel Decreto, le su esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

L'area d'intervento, secondo quanto verificato dai rilevamenti eseguiti in sito, ricade in una zona ad acclività molto bassa: pertanto, tale area risulta essere compresa nella categoria topografica T1.

A partire dall'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, ora sostituito dal D.M. 17.01.2018, la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s,eq} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Ciò comporta delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative.

Ai fini della stima dell'azione sismica di progetto relativa al sito ubicato nel territorio comunale in oggetto, con le precedenti normative in campo antisismico, applicando il criterio "zona dipendente" avremmo potuto stimare l'accelerazione di base (senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni) in maniera automatica, poiché essa sarebbe stata direttamente correlata alla Zona sismica di appartenenza del Comune (nel caso in esame, Zone sismiche 2B e 3A).

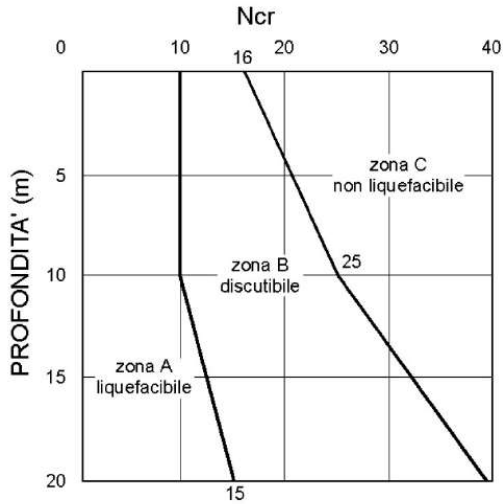
La classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le coordinate geografiche (o l'indirizzo ove disponibile), riportate nel reticolo di riferimento.

Ai fini della determinazione della pericolosità sismica il primo passo consiste nella determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido). Per tale determinazione è necessario conoscere, come anticipato, le coordinate geografiche dell'opera da verificare. Le coordinate geografiche dovranno essere trasformate da gradi sessagesimali a decimali. Si determina, quindi, la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.

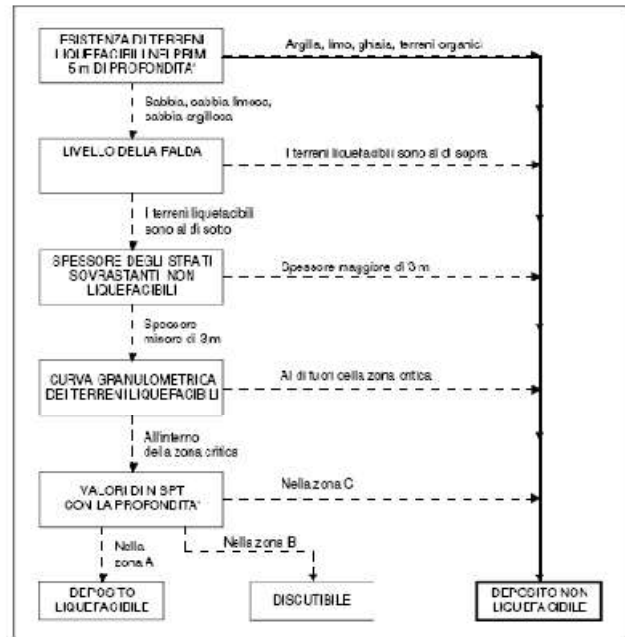
A supporto della fase esecutiva degli interventi verranno eseguite apposite indagini geofisiche (prove sismiche superficiali di tipo MASW), al fine di definire localmente, soprattutto per le principali opere fuori terra, il profilo sismico di riferimento, dunque i parametri sismici da utilizzare nella progettazione strutturale.

Per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione in fase sismica del deposito in esame, si fa ricorso alla procedura semplificata proposta da Sherif & Ishibashi (1978); dall'abaco sottostante rileva che il deposito in esame, non rientra tra quelli passibili di liquefazione in fase sismica, per assenza dei seguenti fattori predisponenti: granulometria.

PROCEDURA SEMPLIFICATA PER LA VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIVITA' ALLA LIQUEFAZIONE DI UN DEPOSITO (Sherif & Ishibashi, 1978).



Profili critici di N_{SPT} nei confronti della liquefazione



NOTE:

———— Deposito in esame.

Dall'analisi effettuata è emerso che i terreni presenti in sito, al di sotto del piano di appoggio delle opere fondazionali dei manufatti in progetto, non risultano liquefacibili.

Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 14 di 16

5. Considerazioni conclusive

Alla luce delle indagini geologico - tecniche eseguite nell'area d'intervento ed in quelle ad esso circostante, si può concludere che il sito debba ritenersi idoneo ad accogliere le opere in progetto ed i relativi carichi indotti dalle strutture, nell'assoluto rispetto delle raccomandazioni geologiche l.s. di seguito fornite.

Si attesta, pertanto, la fattibilità geologico – tecnica dell'intervento in progetto.

Trattandosi della realizzazione di un intervento collocato all'interno di un contesto già modificato antropicamente, si ritiene che gli effetti indotti sull'ambiente circostante saranno contenuti.

Stante quanto indicato nei capitoli precedenti, si riportano alcune prescrizioni da seguire obbligatoriamente in fase di progettazione esecutiva e di realizzazione lavori.

- **A supporto della progettazione esecutiva andrà realizzata una campagna d'indagini in situ**, atta a definire nel dettaglio il modello geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico del sito d'intervento, con particolare riferimento alle principali opere fuori terra (nuovi sostegni e nuova cabina primaria). Tale indagine dovrà prevedere l'esecuzione delle seguenti attività:
 - Esecuzione di n. 1 prova penetrometrica dinamica pesante, spinta fino a rifiuto o almeno 10 m di profondità, in corrispondenza di ogni opera f.t. di nuova costruzione;
 - Esecuzione di un'indagine sismica superficiale di tipo MASW in corrispondenza di ogni opera f.t. di nuova costruzione;
- **In fase esecutiva, andrà prevista, quando necessario, la figura del Geologo**, al fine di:
 - valutare eventuali problematiche di carattere geologico – tecnico ed idrogeologico emerse, non previste in fase progettuale, fornendone le adeguate soluzioni tecniche;
 - valutare, mediante apposite prove sui fronti di scavo e/o sul piano di fondazione, i caratteri geologici e geotecnici dei litotipi ricadenti nel volume significativo di terreno dei manufatti in costruzione, ai fini delle verifiche strutturali di questi;
 - supportare la D.L. circa possibili varianti resesi necessarie in corso d'opera;
 - valutare la corretta esecuzione di tutte le attività coinvolgenti la componente geologica l. s.;
 - effettuare un'attenta analisi visiva del terreno di fondazione per accertare la presenza di eventuali disomogeneità dello stesso e, se rilevate, fornire adeguate soluzioni esecutive atte a garantire il buon esito dell'intervento in oggetto.
- **Evitare fenomeni di appoggio differenziato su porzioni di terreno a diverso grado d'addensamento e consolidamento, il tutto al fine di evitare cedimenti o dissesti.**
- Al di sotto delle fondazioni in c.a., ove previste, dovrà essere gettato in opera un "magrone" di sottofondo in ghiaia o misto granulare anidro, ben costipato e livellato, od eventualmente in cls, di adeguato spessore ed estensione, con eventuale rete elettrosaldata.

Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 15 di 16

- **Ogni fronte aperto dovrà essere adeguatamente contrastato e sostenuto dalle necessarie opere controterra** (sia di tipo provvisoria, sia, laddove divenuto necessario, di tipo definitivo), al fine di garantire la sicurezza in fase esecutiva ed a lavori ultimati dell'area d'intervento e di un suo congruo intorno. Nel caso si verificano situazioni di disomogeneità, sarà necessario procedere a sistemazioni differenziate
- **I lavori di scavo dovranno essere eseguiti a campioni di ridotte dimensioni ed in periodi di scarse precipitazioni**, ponendo l'usuale attenzione per le pareti verticalizzate, specie in coltre, ove potrebbero verificarsi dei dissesti, evitando lunghe esposizioni dei fronti di scavo agli agenti atmosferici.
- **I riporti, temporanei e/o definitivi, andranno depositati in aree la cui stabilità, puntuale e del loro intorno, sia stata oggetto di attenta verifica in fase esecutiva**, al fine di garantire la sicurezza dei luoghi nel tempo.
- **Osservare** attentamente, da parte dell'Impresa esecutrice, sotto il controllo del Responsabile della sicurezza e della D.L., l'assoluto rispetto delle **norme in materia di sicurezza nei cantieri**.
- Andranno posti in essere tutti gli interventi, gli accorgimenti e le cautele atte a garantire la sicurezza dei luoghi.

La presente relazione costituisce adempimento alle Norme Tecniche di cui al D.M. 17.01.2018.

Almese, 6 Maggio 2024

Dott. Geol. CRISTIAN BORRA



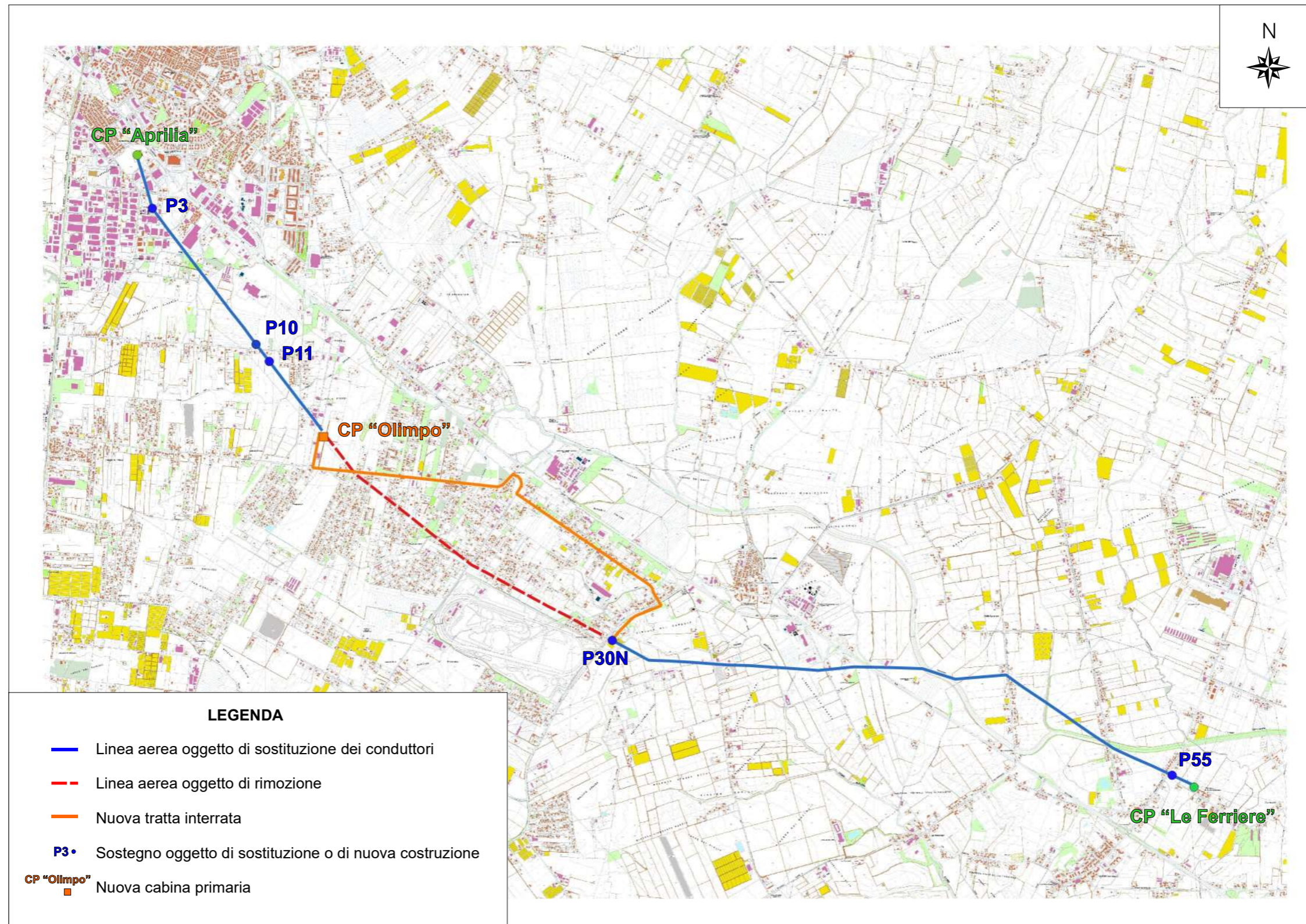
Potenziamento/rifacimento elettrodotto RTN AT 150 kV fra CP Aprilia e CP Le Ferriere				
REL 10	Relazione geologica, geotecnica e sismica preliminare	Rev. 00	06.05.2024	Pagina 16 di 16

6. Allegati

- Inquadramento topografico (scala 1:50.000)
- Inquadramento geologico (scala 1:50.000)

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Scala 1:50.000



INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Scala 1:50.000

