

REGIONE LAZIO
Provincia di LATINA

PROGETTO:

REALIZZAZIONE DELL' IMPIANTO AGROVOLTAICO "LA COGNA" DA
22.066,2 kWp E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE
CONNESSE NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI APRILIA (LT)

Potenza Nominale Impianto: 22.066,2 kWp

Potenza Immissione: 21.800,0 kW

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO:

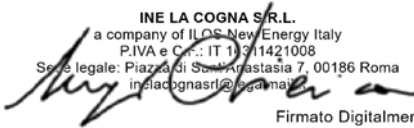
**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA,
IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA**

COMMITTENTE



INE La Cogna srl
A Company of ILOS New Energy Italy

INE La Cogna S.R.L.
Piazza di Sant'Anastasia, 7
00186 Roma (RM)
P. IVA 16311421008
P.e.c. inelacognasrl@legalmail.it

INE LA COGNA S.R.L.
a company of ILOS New Energy Italy
P.IVA e C.F.: IT 16311421008
Sede legale: Piazza di Sant'Anastasia 7, 00186 Roma
inelacognasrl@legalmail.it

Firmato Digitalmente

Formato A4	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI	
	Commissa L2203	Documento RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA
		N. Doc. Rel 05

Comune di APRILIA (LT)



REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO AGROVOLTAICO "LA COGNA" **DA 22.066,2 kWp E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE**

Località di riferimento: "La Cogna"

Rif. catastali: Foglio n.° 115, p.lle nn.: 28, 30, 78, 2327

Committente: INE La Cogna Srl

RELAZIONE GEOLOGICA

Geol. Nicola Pellecchia



1 - PREMESSA

Io sottoscritto Dott. Geol. Nicola PELLECCCHIA, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Puglia col n. 360, ho eseguito lo studio geologico del sito interessato dal seguente **Progetto**: REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE E INFRASTRUTTURE CONNESSE denominato "**LA COGNA**", in territorio di **APRILIA (LT)**, al fine di accertare e verificare le caratteristiche geologiche dei terreni ivi presenti.

Committente: INE La Cogna Srl.

La normativa di riferimento è rappresentata da:

D.M. del 11/03/1988;

"Norme Tecniche per le Costruzioni" (NCT) di cui al D.M. 17/01/2018 che hanno come obiettivi: la descrizione della litostratigrafia, dell'idrologia superficiale, dell'idrogeologia sotterranea, della natura e origine delle formazioni geologiche affioranti nell'area di studio, della geomorfologia, dell'andamento strutturale delle rocce in sito e delle caratteristiche geologiche del terreno di fondazione.

La caratterizzazione geologica del terreno di fondazione del sito in studio, è il risultato dell'utilizzazione di dati ricavati dalla consultazione della bibliografia esistente e dall'estrapolazione di dati e informazioni attraverso siti in Internet.

N.B.: Le APPENDICI 1 e 2, di cui di seguito, fanno parte integrante ed imprescindibile della presente relazione.

2 - UBICAZIONE SITO

L'area interessata è ubicata nel territorio del comune di Aprilia (LT) ad Ovest, Sud-Ovest dell'abitato; la località di riferimento è: "*La Cogna*"; rif. catastali: **Foglio n.° 115, p.lle nn. 28,30,78,2327**. Essa ricade nel Fg. n.° 158 "LATINA" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e si trova ad una quota media di m 65 s.l.m.m.; *cfr. Figg. in APPENDICE 1.*

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in studio ricade in territorio di Aprilia (LT) a sua volta ricadente nel suddetto Foglio n. 158 "LATINA" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

L'area in studio fa parte della vasta Pianura Pontina che, con andamento NW - SE, collega il mare Tirreno con i rilievi vulcanici dei Monti dell'Artemisio a NE e con le catene calcaree mesozoiche dei Lepini e degli Ausoni ad Est e a Sud. La Pianura Pontina costituisce un settore del margine tirreniano della Catena Appenninica, caratterizzato da un regime di tettonica iniziata a partire dal miocene superiore, in corrispondenza con l'inizio della fase compressiva responsabile della costruzione dell'orogene appenninico. La struttura carbonatica caratterizzante il territorio in studio è suddivisa in varie scaglie sovrascorse verso NE, in parte su sedimenti terrigeni flyschoidi affioranti sia nella Valle Latina che nel bordo sud del Promontorio del Circeo. Secondo le interpretazioni più recenti (Mostardini e Merlini 1986) anche le scaglie tettoniche costituenti l'alto strutturale sepolto di Fogliano, sarebbero sovrascorse sui depositi terrigeni ipotizzati al di sotto della Pianura Pontina. Successivamente si instaurò una fase tettonica distensiva, attiva durante il Pliocene e parte del Quaternario, intimamente collegata con l'apertura del mare Tirreniano. Essa determinò la struttura attuale ad Horst e Graben cioè a blocchi rialzati e ribassati a seguito dell'azione di faglie normali con pendenze NW - SE. Questa impalcatura strutturale fu ricoperta da potenti depositi plioquaternari costituiti da sequenze di sedimenti alternativamente continentali e marini, trasgressivi sul substrato calcareo Meso-Cenozoico. Si inizia con una serie di marne ed argille di ambiente epibatiale, riferibili al Pliocene più basso seguite da argille litorali o sub litorali collocabili temporalmente al medio e

all'alto Pliocene. Poi seguono nel Pleistocene sedimenti sabbiosi e argillo-sabbiosi di ambiente litorale, lagunare o fluvio-lacustre, alternati o eteropici con sabbie di origine eolica. Spesso, a profondità variabili si rinvengono interdigitati con i precedenti, sedimenti piroclastici più o meno alterati, derivanti dall'attività del vicino apparato vulcanico dei Colli Albani. Mano a mano che ci si sposta verso Cisterna la porzione vulcanica tende a divenire prevalente sul resto dei sedimenti arrivando a spessori intorno ai 30 m. L'aspetto geomorfologico dell'area in esame risulta sostanzialmente pianeggiante con quote, in prevalenza, variabili tra 0 e 40 m s.l.m. Un'analisi dettagliata delle quote sul livello del mare del piano campagna ha permesso di evidenziare l'aspetto generale depresso dell'area ubicata a NE e SE del fiume Sisto, con quote non superiori ai 10 m s.l.m. Ad W del fiume Sisto affiora a guisa di spina centrale della pianura il complesso indicato in passato come Duna Antica (complesso Latina) che, con andamento sub parallelo alla linea di costa, raggiunge culminazioni intorno a 25 m s.l.m. Verso la costa, nell'area compresa tra gli attuali tumuleti e i sedimenti litorali successivi, è presente la zona più depressa di tutta la pianura con quote anche al di sotto dell'attuale livello del mare. Nell'area NW di Latina questa situazione non è più presente in quanto la morfologia risente della presenza e delle propaggini meridionali dell'apparato vulcanico dei Colli Albani. Al di là del fiume Astura lungo il confine N-NW del comune, nei pressi della strada provinciale Velletri-Anzio, è ubicata l'area più rilevata di tutto il comune con altezze che superano i 50 m fino a raggiungere la massima quota di 73,2 m s.l.m. Considerato che i terreni affioranti in questa area sono per lo più sabbiosi e che pozzi trivellati per ricerche d'acqua hanno mostrato a circa 20 m di profondità rispetto al piano campagna, una potente serie argillosa riferibile al Pliocene, è da supporre un'azione tettonica che sollevò l'area con linee di faglia probabilmente lungo il corso del fiume Astura.

4 - IDROGEOLOGIA e IDROLOGIA: cenni sulla compatibilità dell'intervento in progetto

Si segnala il rispetto di una fascia di terreno interposta tra il tratto di *canale* li presente e l'area in studio. Tale fascia è funzionale a garantire assenza di alluvionamenti nella stessa area; ciò in ottemperanza alla normativa regionale ed ai regolamenti tecnico attuativi in vigore, il cui *Ente* preposto al rispetto degli stessi è il *Comune di Aprilia, tramite ufficio tecnico*. Dall'estrapolazione di dati in bibliografia, inoltre, si attesta assenza di aree a pericolosità geomorfologica.

Il livello statico della falda acquifera sotterranea in zona si attesta a ca m 30 s.l.m.m.; cfr. Fig. 3 in APPENDICE 1.

5 - MODELLO GEOLOGICO

Sulla base dei dati estrapolati dalla bibliografia esistente e da dati ed informazioni estrapolati tramite siti in Internet, *a partire dal piano campagna (p.c)*, si è in presenza di terreni ascrivibili all'Unità di Castel Porziano/Unità di Tenuta Campo Selva, ovvero si è in presenza di *depositi di terrazzamento marino antico e dunari*, formati da **sabbie quarzose e ghiaie, più o meno pedogenizzate**, di ambiente di spiaggia sommersa e facies costiera. Spessore fino a m 15. Età: Pleistocene sup..

6 - GEOTECNICA: indicazione dei parametri geotecnici

Come caratterizzazione d'insieme si può considerare la facies prevalentemente sabbiosa della formazione in esame (di cui al paragrafo precedente), intercettabile in fase di scavo, di cui si indicano i relativi parametri geotecnici:

- *Coesione non drenata* $c_u = 2,0 \div 4,5 \text{ kg/cm}^2$;
- *Angolo di attrito*: $\phi = 24^\circ \div 28^\circ$;
- *Modulo Edometrico* $E_{ed} = 60 \div 120 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$;
- *Peso di Volume* $\gamma = 1.6 \text{ (t/m}^3\text{)}$.

Bisogna tenere conto delle eteropie laterali dei passaggi limoso-argillosi che dovranno essere caratterizzati (per profondità, spessore e caratteristiche geotecniche) tramite indagini puntuali da eseguirsi nelle fasi attuative dei singoli interventi, come meglio specificato nel seguente paragrafo prescrizioni.

Si fa presente, inoltre, che per la determinazione dei carichi ammissibili risulta indispensabile applicare coefficienti riduttivi ai dati geotecnici ottenuti da prove in laboratorio che tengano conto della presenza di materiale compressibile, della presenza o meno della falda acquifera e, più in generale, di tutti i difetti strutturali e tessiturali delle litologie interessate.

Al fine della determinazione della pressione ammissibile, si prenda a riferimento la formula generale di "Terzaghi e Meyerhof": $\sigma_r = c N_c S_c + \gamma H N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$; in cui: c = coesione; ϕ = ang. di attrito interno; S_c e S_γ = fattori di forma; γ = peso di volume del terreno; H = profondità di posa delle fondazioni; B = larghezza della fondazioni. Si lascia al calcolatore, comunque, la verifica dimensionale delle fondazioni in funzione dei carichi trasmessi. L'entità dei cedimenti assoluti, associata ai valori assoluti della pressione di contatto trasmessa dalle opere in progetto, è da ritenersi trascurabile per cui si può omettere il calcolo analitico.

Il suolo di fondazione è ascrivibile alla **categoria C** ovvero: ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a m 30, 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.***; di cui alle N.T.C. del D.M. 17/01/2018.

7 - CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO

Il territorio comunale di **APRILIA (LT)** ricade in **zona sismica 2B**; cfr. Fig. in APPENDICE.

L'accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g) prevista nelle *norme tecniche per la sottozona 2B* indica un valore di $0,15 < a_g \leq 0,20g$. Col DM 17/01/2018, è stata introdotta la classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto in 5 categorie principali (dalla A alla E) a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 ed S2 per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare), sulla base del parametro V_s ,eq.

Tab. 1

Zona	Descrizione	Accelerazione orizzontale (a_g) con probabilità di superamento al 10% in 50 anni
Zona 1	Zona più rischiosa, per i terremoti più forti	$a_g > 0,25$
Zona 2	E' l'area, dove si verificano forti terremoti	$0,15 < a_g \leq 0,25$
	Zona 2A*	$0,20 < a_g \leq 0,25$
	Zona 2B*	$0,15 < a_g \leq 0,20$
Zona 3	Area dove si verificano rari terremoti con elevata intensità	$0,05 < a_g \leq 0,15$
	Zona 3A*	$0,10 < a_g \leq 0,15$
	Zona 3B*	$0,05 < a_g \leq 0,10$
Zona 4	E' la zona con la minor pericolosità in cui è raro il verificarsi di un terremoto	$a_g \leq 0,05$

Quest'ultimo rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S equivalente ed è calcolato mediante la seguente espressione:

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

dove:

hi: spessore dell'i-esimo strato;

V_{Si}: 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 VS non inferiore a 800 m/s.

Viene, in sostanza, enfatizzata l'importanza del parametro Vs che com'è noto è il parametro geofisico che meglio rappresenta la variabilità geotecnica dei materiali geologici presenti nel sottosuolo.

7.1 - Valori Caratteristici dei Parametri Geotecnici e Resistenza di Progetto

Secondo il detto DM, nella verifica nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione

$$Ed \leq Rd$$

dove Ed è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e dove Rd è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico. Nella formulazione della resistenza Rd,

$$Rd = \frac{1}{\gamma_R} R$$

dove il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema e varia a seconda del tipo di opera. La verifica deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

Il valore di progetto della resistenza Rd può essere determinato:

- in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M specificato nella successiva tabella e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R relativi a ciascun tipo di opera;
- in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R relativi a ciascun tipo di opera;
- sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R relativi a ciascun tipo di opera.

Tab. 2 - DM 17/01/2018 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25

Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
------------------------	----------	---------------	-----	-----

Le verifiche di sicurezza per le fondazioni superficiali devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- stabilità globale

SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, **accertando che la condizione $E_d \leq R_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.**

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

Combinazione 2: (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabella relativa alle azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella relativa alle resistenze globali (DM 17/01/2018). Le rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali, seguendo almeno uno dei due approcci.

Approccio 1:

Combinazione 1: (A1+M1+R1)

Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

(A1+M1+R3).

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Tab. 3 - DM 17/01/2018 - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di **fondazioni superficiali**.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Per la determinazione della Resistenza ultima del terreno (R_d) si dovrà eseguire il calcolo sia secondo i coefficienti parziali della colonna M1, sia secondo quelli della colonna M2 di cui alla Tab. 3.

A tali valori dovranno quindi applicarsi i coefficienti parziali γ_m di cui alla Tab. 3..

Per il calcolo della resistenza ultima del terreno si può utilizzare la relazione proposta da TERZAGHI per fondazioni superficiali: $R = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma \cdot BN_\gamma$

in cui c è la coesione, γ è il peso di volume del terreno, B la larghezza della fondazione, D il piano di posa reale, N_c , N_q , N_γ fattori di capacità portante dipendenti dall'angolo di attrito interno, di cui di seguito

Tab. 4

Formula trinomia di Terzaghi:

$$q_{lim} = N_q \cdot \gamma_1 \cdot D + N_c \cdot c + N_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot \frac{B}{2}$$

γ_1 e γ_2 sono le masse volumiche rispettivamente del terreno al di sopra ed al di sotto del piano di imposta della fondazione;

D è la profondità del piano di imposta della fondazione dal p.c.;

c è la coesione del terreno al di sotto del piano di posa della fondazione;

B è il lato minore della fondazione.

I valori dei coefficienti di carico limite o fattori di capacità portante N_q , N_c e N_γ sono:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

Tabella dei coefficienti in funzione dell'angolo di attrito e del terreno (Vesic 1975):

ϕ (°)	N_q	N_c	N_γ	ϕ (°)	N_q	N_c	N_γ
0	1,00	5,14	0,00	25	10,66	20,72	10,88
1	1,09	5,38	0,07	26	11,85	22,25	12,54
2	1,20	5,63	0,15	27	13,20	23,94	14,47
3	1,31	5,90	0,24	28	14,72	25,80	16,72
4	1,43	6,19	0,34	29	16,44	27,86	19,34
5	1,57	6,49	0,45	30	18,40	30,14	22,40
6	1,72	6,81	0,57	31	20,63	32,67	25,99
7	1,88	7,16	0,71	32	23,18	35,49	30,22
8	2,06	7,53	0,86	33	26,09	38,64	35,19
9	2,25	7,92	1,03	34	29,44	42,16	41,06
10	2,47	8,35	1,22	35	33,30	46,12	48,03
11	2,71	8,80	1,44	36	37,75	50,59	56,31
12	2,97	9,28	1,69	37	42,92	55,63	66,19
13	3,26	9,81	1,97	38	48,93	61,35	78,03
14	3,59	10,37	2,29	39	55,96	67,87	92,25
15	3,94	10,98	2,65	40	64,20	75,31	109,41
16	4,34	11,63	3,06	41	73,90	83,86	130,22
17	4,77	12,34	3,53	42	85,38	93,71	155,55
18	5,26	13,10	4,07	43	99,02	105,11	186,54
19	5,80	13,93	4,68	44	115,31	118,37	224,64
20	6,40	14,83	5,39	45	134,88	133,88	271,76
21	7,07	15,82	6,20	46	158,51	152,10	330,35
22	7,82	16,88	7,13	47	187,21	173,64	403,67
23	8,66	18,05	8,20	48	222,31	199,26	496,01
24	9,60	19,32	9,44	49	265,51	229,93	613,16

Il suolo di fondazione pertanto, sulla base delle indicazioni di cui ai paragrafi precedenti, è ascrivibile alla **categoria C** ovvero: **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a m 30, 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.”; di cui alle N.T.C. del D.M. 17/01/2018.**

7.2 - Parametri caratteristici di pericolosità sismica

Sito in esame

latitudine: 41,564593

longitudine: 12,59149

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 29845 Lat: 41,5810 Lon: 12,5546 Distanza: 3573,225

Sito 2 ID: 29846 Lat: 41,5816 Lon: 12,6214 Distanza: 3123,177

Sito 3 ID: 30068 Lat: 41,5316 Lon: 12,6221 Distanza: 4467,615

Sito 4 ID: 30067 Lat: 41,5310 Lon: 12,5553 Distanza: 4796,177

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,039 g

Fo: 2,581

Tc*: 0,242 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,051 g

Fo: 2,493

Tc*: 0,268 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,132 g
Fo: 2,585
Tc*: 0,278 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,169 g
Fo: 2,590
Tc*: 0,282 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,680
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,569
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,000
Kh: 0,015
Kv: 0,008
Amax: 0,756
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,490
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,047
Kv: 0,024
Amax: 1,933
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,440
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,058
Kv: 0,029
Amax: 2,383
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50 Geostru;

Coordinate WGS84

latitudine: 41.563596

longitudine: 12.590571

APPENDICE 1

Figure rappresentative dell'area in studio

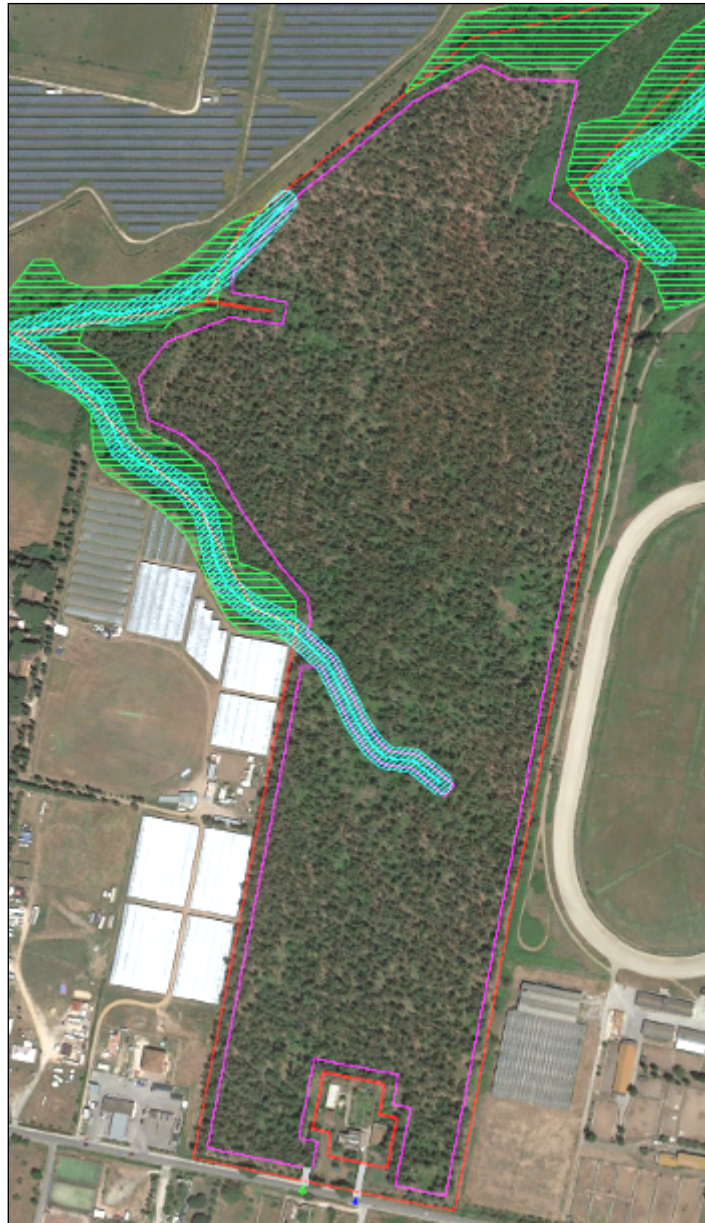


Fig. 1 – Planimetria su ortofoto *ante operam* - Scala 1:2000

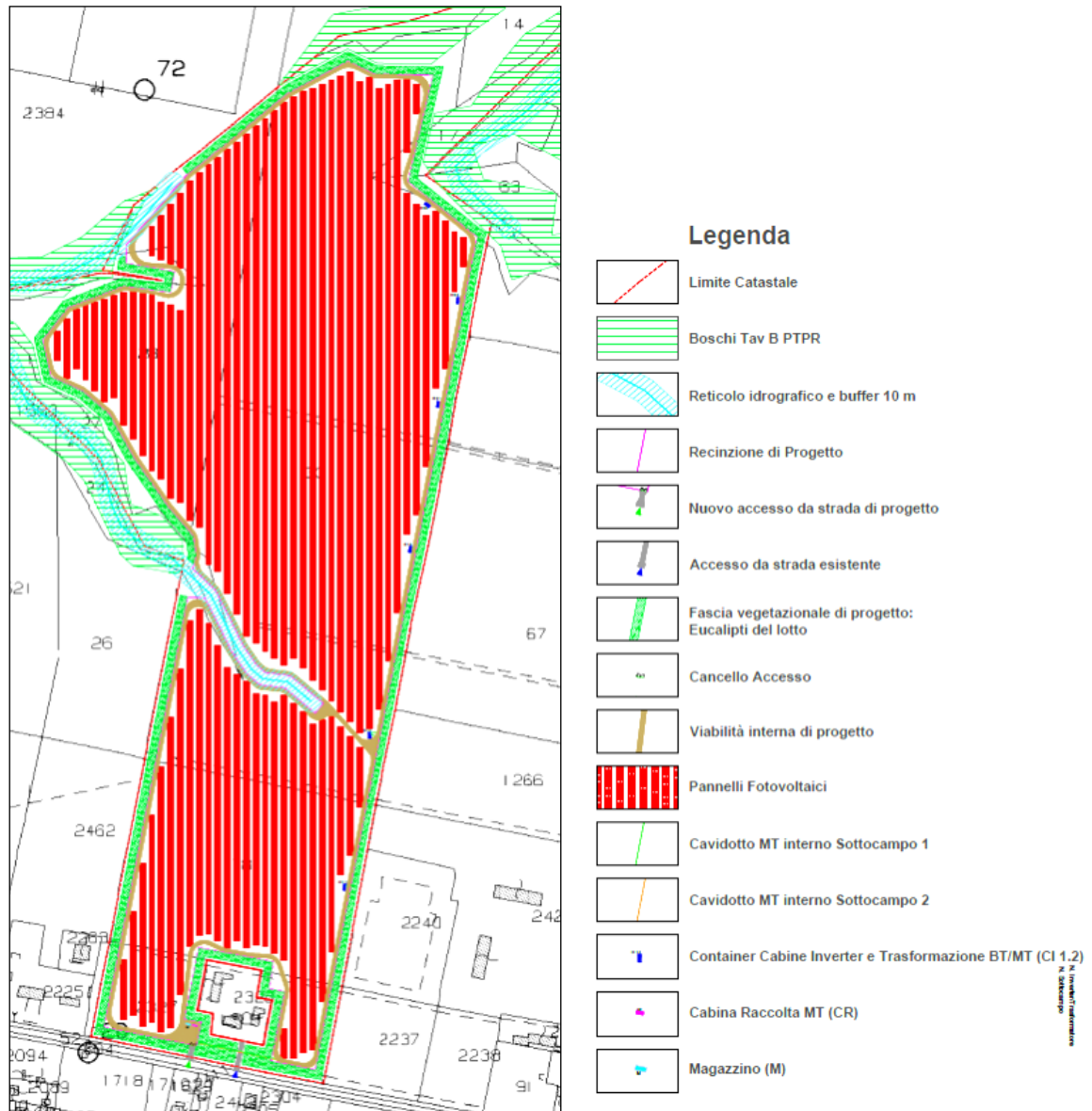


Fig. 2 – Planimetria di Progetto su Mappa Catastale - Foglio 115 - Scala 1:2000

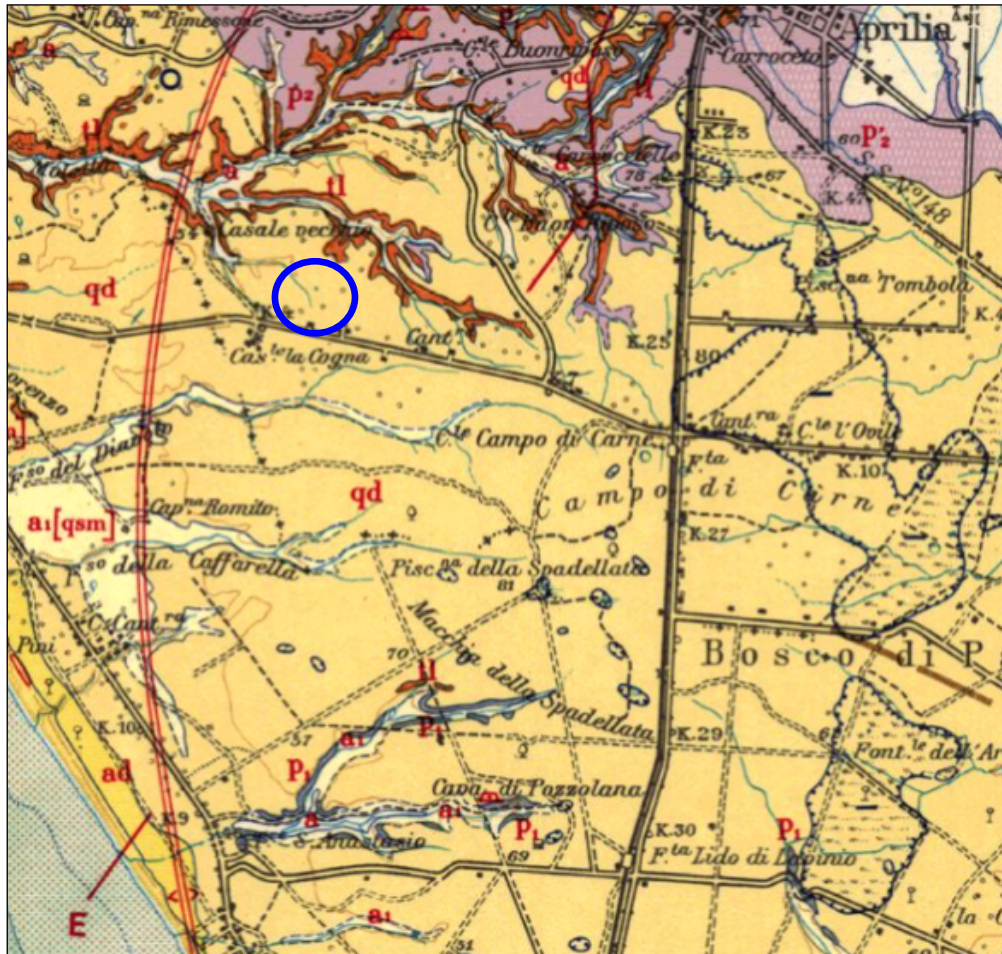



Fig. 3 – stralcio del Fig. n.° 158 “LATINA” della Carta Geologica d’Italia (scala 1:100.000), con indicazione dell’area interessata 



Segue stralcio d'interesse della LEGENDA

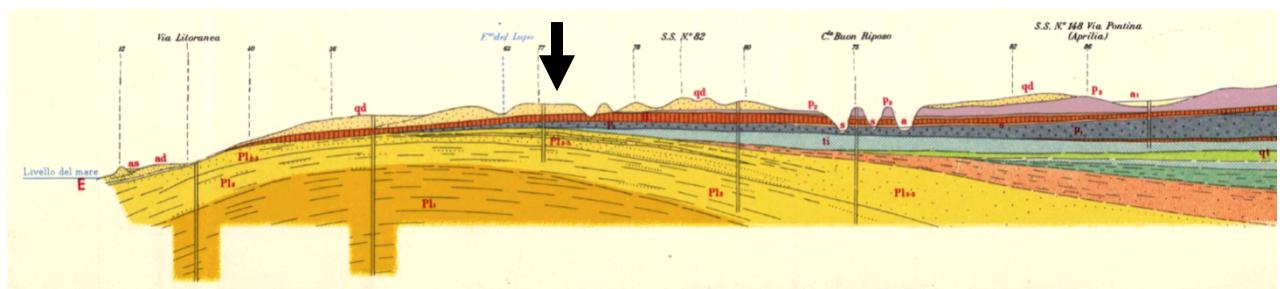
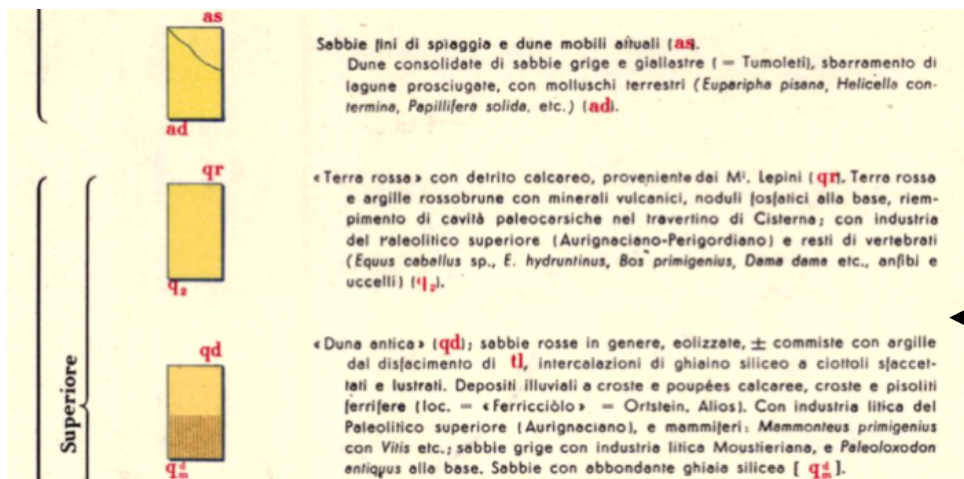
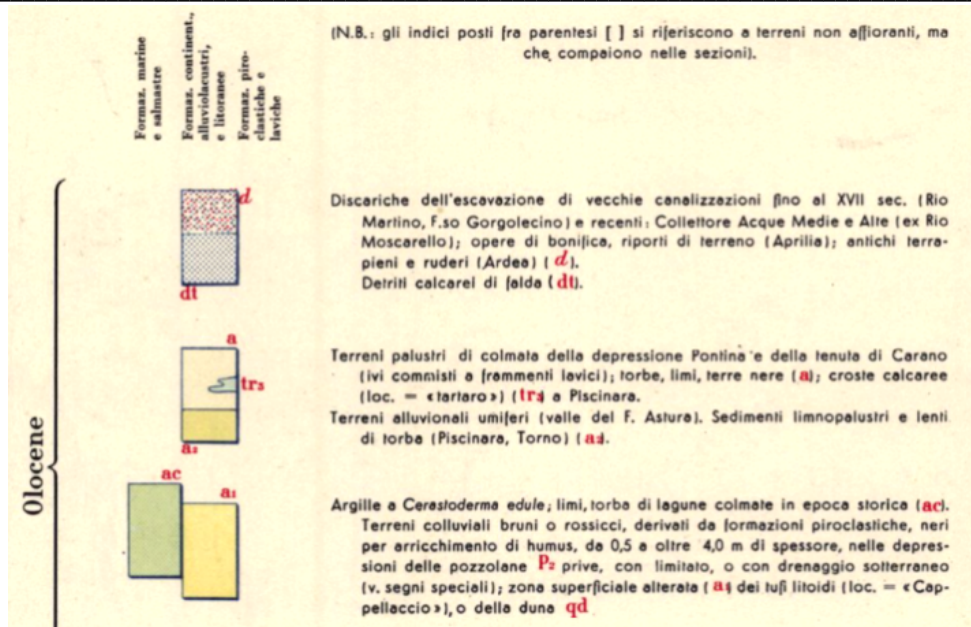
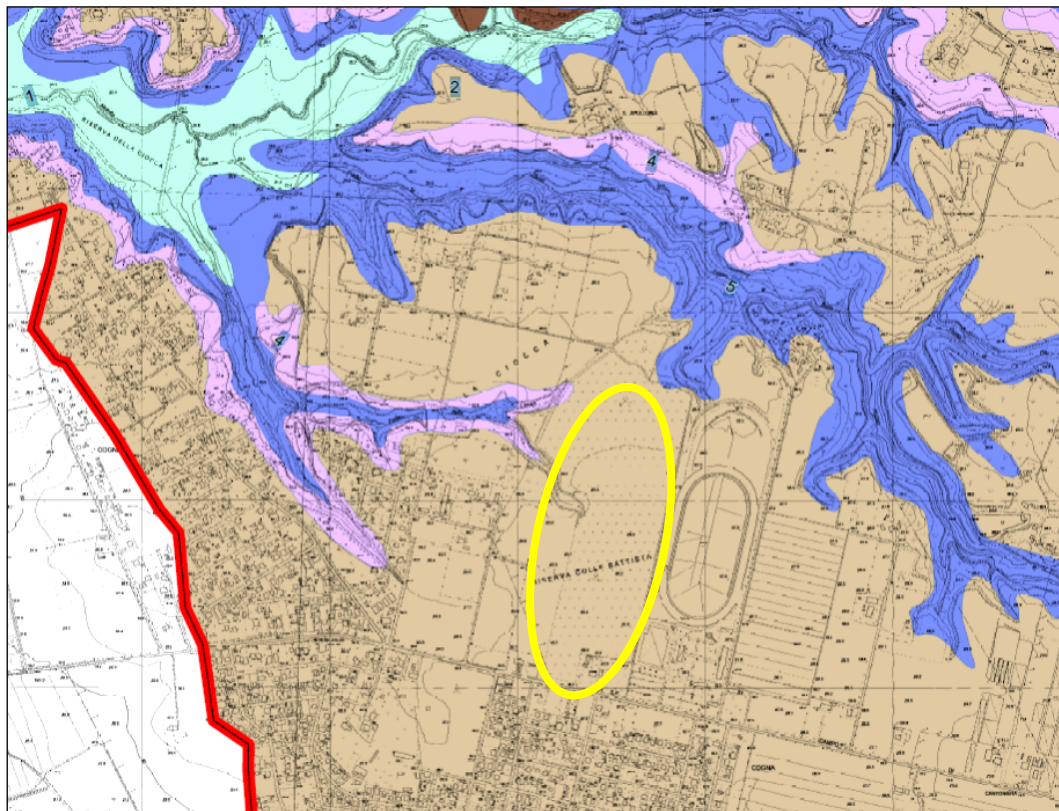


Fig. 3a - sezione geologica d'interesse per l'area in studio



Legenda

Geologia



lotto interessato

- 1 Alluvioni recenti: Depositi di riempimento delle principali valli alluvionali costituiti in massima parte da alternanze di strati limo-argillosi e limo-sabbiosi; a luoghi con intercalazioni di argille torbose, poco consolidati, a luoghi saturi d'acqua, con caratteristiche geotecniche scadenti, dovuti al debole consolidamento, ed elevato grado di compressibilità. Spessore fino a 20 metri. Età: Olocene
- 2 Unità di Castel Porziano \ Unità di Tenuta Campo Selva: Depositi di terrazzamento marino antico e dunari formati da sabbie quarzose e ghiaie, più o meno pedogenizzate, di ambiente di spiaggia sommersa e facies costiera. Da mediamente addensate ad addensate. Spessore fino a 15 m. Età: Pleistocene sup.
- 3 Lave di Campoleone: Lave grigio scure, da microcristalline a porfiriche, da compatte a vacuolari. Spessore fino a 10 m. Età: Pleistocene medio.
- 4 FORMAZIONE DI VILLA SENNI (Unità delle Pozzolanelle - Tufo di Villa Senni): Deposito piroclastico massivo, di colore variabile da viola a nero, da grigio a marrone rossiccio; a matrice cineritico grossolana-lapillosa, povero in fini e ricco di cristalli di leucite, biotite e clinopirosseno, contenente grosse scorie nere, generalmente incoerente, a luoghi a compattezza semilitoide e litoide (Tufo di Villa Senni, localmente Tufo "occhio di pesce"). Presenta, comunemente, inclusi di lava e xenoliti olocristallini "italiti". Lapilli e blocchi di litici lavici e olocristallini possono raggiungere il 30% del deposito. Spesso sono presenti gas-pipes. Terreni da addensati a molto addensati. Età: Pleistocene medio. Spessore: massimo 30
- 5 FORMAZIONE DI VILLA SENNI (Unità del Tufo Lionato): Unità piroclastica del Distretto Vulcanico Albano riferibile all'ultima eruzione ignimbritica di grande volume dell'apparato Tuscolano-Artemisio. Tufo litoide, a matrice cineritico-lapillosa con scorie grigie, litici lavici e olocristallini, di colore da giallo a rosso a marrone in gradazione verticale. Litoide. Spessore fino a 20 metri. Età: Pleistocene medio.
- 6 Unità delle Pozzolane Nere: Unità piroclastica di colore nero, in facies massiva e caotica, localmente con gas-pipes, a matrice scoriaceo-cineritica, nella quale sono dispersi scorie, di dimensioni fino a 15 cm, litici lavici, olocristallini e sedimentari e cristalli di leucite, biotite e clinopirosseno. Al tetto è frequente una zona litoide per zeolitizzazione. La geometria del deposito è tabulare. Al tetto sono localmente presenti depositi vulcanoclastici massivi tipo debris flow derivanti dal rimaneggiamento dell'unità. Spessore: massimo di 20 m. Età: Pleistocene medio.
- 7 Lave del Fosso dei Tre Rami: Lave grigio scure, da microcristalline a porfiriche, da compatte a vacuolari. Spessore fino a 10 m. Età: Pleistocene medio.

Fig. 4 – stralcio della carta geologica del comune di Aprilia (LT), estrapolata dal sito web dello stesso Comune.

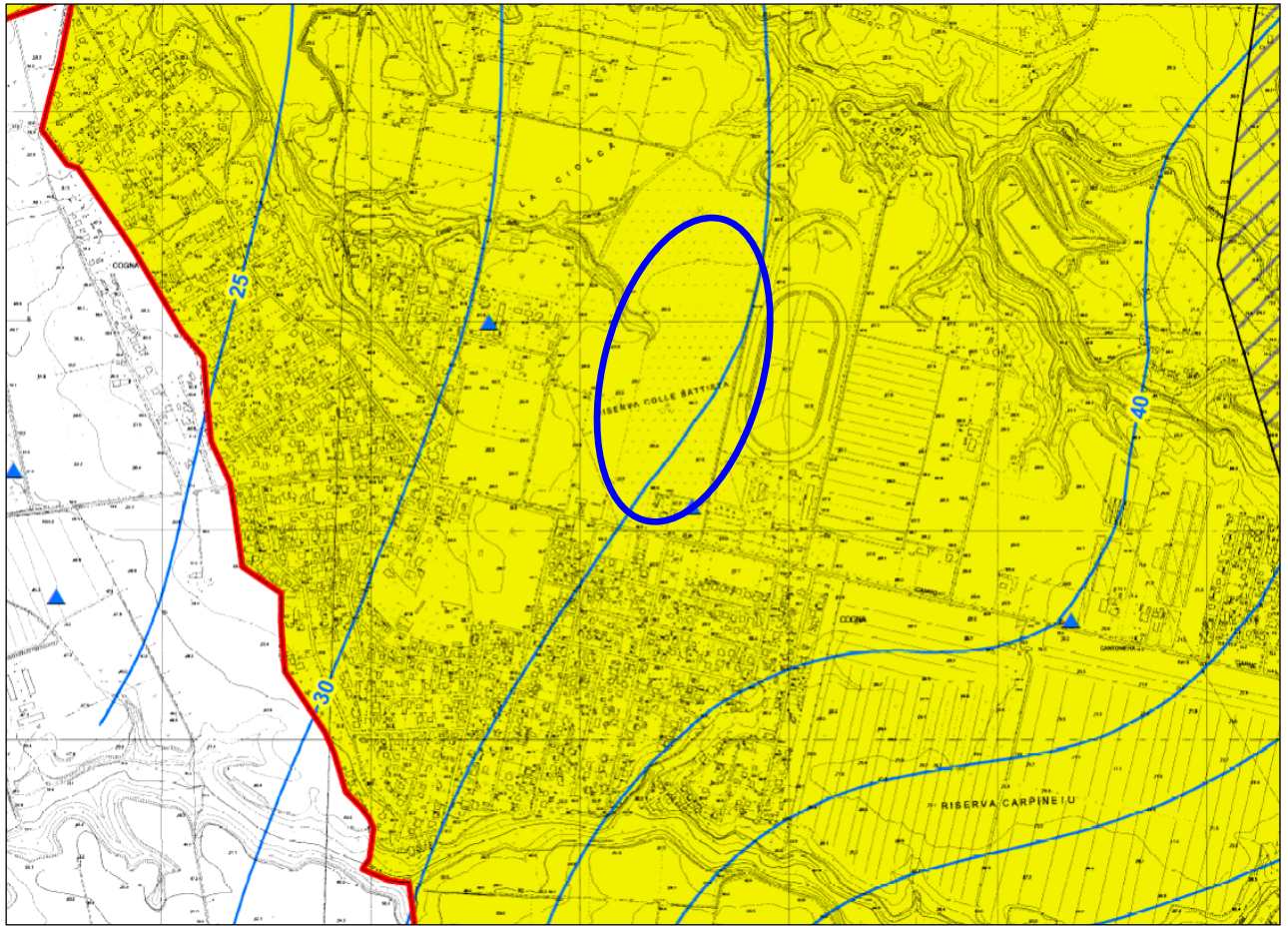








Fig. 5 – stralcio della **Carta Idrogeologica** parte integrante della REDAZIONE della CARTOGRAFIA TEMATICA; rif: Determinazione n. 311 del 28/05/2014 del IV settore - Urbanistica del COMUNE DI APRILIA; ***segue relativa LEGENDA.***


Legenda

-  Punto di captazione
-  ID Punto di captazione con controllo stratigrafico
- Sorgenti puntuali
-  $Q < 10$ l/s
-  10 l/s $< Q < 50$ l/s
-  $Q > 50$ l/s
-  Sorgenti lineari
-  50 Isolina di potenziale della circolazione idrica sotterranea (m s.l.m) 
-  Spartiacque sotterraneo
- Complessi idrogeologici
-  Complesso delle Pozzolane

complesso idrogeologico costituito in prevalenza da terreni acquiferi lapillosi di taglia da media a grossolana con intercalazioni di lave più o meno fessurate e piroclastiti litoidi generalmente poco produttive. Nell'area in esame tale complesso risulta definito ai sensi del presente studio dove presenta spessori saturi superiori a 20 metri raggiungendo spessori saturi fino a 60-70 metri. Tale complesso è interessato da una circolazione idrica freatica a grande scala che localmente si può rinvenire semiconfinata o confinata in funzione dell'assetto litostratigrafico locale. Nel settore in esame si tratta di un complesso idrogeologico con potenzialità acquifero da medie a medio alte. I terreni acquiferi generalmente conducono acqua per porosità e si osservano conducibilità idrauliche medie pari a K medio = 10-5 m/sec, risulta individuabile e un considerevole aumento della conducibilità idraulica nei settori ove risultano presenti depositi lavici fessurati e soprattutto in corrispondenza delle facies brecciate e scoriaee che solitamente si rinvenivano al letto e al tetto dei depositi lavici. La trasmissività risulta chiaramente funzione dello spessore acquifero captato oltre che della conducibilità idraulica del mezzo. Tale complesso acquifero si rinviene sovrastante il complesso dei depositi clastici eterogenei e il complesso delle calcareniti organogene con il quale individua un unico acquifero che nel settore in esame può raggiungere spessori saturi superiori a 100 metri.

segue relativa LEGENDA



Complesso dei depositi clastici eterogenei (sabbioso ghiaioso) e del complesso delle calcareniti organogene. 

Nell'area in esame tale complesso idrogeologico risulta costituito prevalentemente da depositi sabbiosi e sabbioso ghiaiosi intercalati da depositi sabbioso argillosi di piana deltizia e dai depositi dunari antichi precedenti e coevi ai depositi vulcanici.

Nel complesso si tratta di depositi riferibili al Pleistocene medio superiore.

I terreni acquiferi di tale complesso si presentano talora debolmente cementati. Nel settore sud occidentale del comune sembrano prevalere i termini calcarenitici del Pliocene superiore (Macco) fratturati.

Si tratta di un complesso idrogeologico che in questo settore presenta potenzialità acquifere da medie a medio alte e spessori saturi generalmente dell'ordine di alcune decine di metri ma inferiori a 100 metri ed è interessato da una circolazione idrica freatica a grande scala che localmente si può rinvenire semiconfinata o confinata in funzione dell'assetto litostratigrafico locale.

I terreni acquiferi generalmente conducono acqua per porosità e si osservano conducibilità idrauliche medie pari a K medio = 1×10^{-4} m/sec.

La trasmissività risulta chiaramente funzione dello spessore acquifero captato oltre che della conducibilità idraulica del mezzo.

Tale complesso idrogeologico risulta soggiacente spessori generalmente inferiori a venti metri di terreni alluvionali e vulcanici che non presentano significative potenzialità acquifere.

Concessione mineraria di acque minerali (L.R. 90/80)



zona di protezione igienico sanitaria

D.C.R. 23/09/1992 n 498. Prima individuazione delle zone di rispetto delle risorse idriche destinate al consumo umano, ai sensi del D.P.R. 236/1988.



zona di rispetto relativa alle risorse idriche destinate al consumo umano individuate in via provvisoria

Misure di salvaguardia degli acquiferi vulcanici dei Colli Albani (D.G.R. 1317 del 05/12/2003) - Provvedimenti per la tutela del lago di Albano e di Nemi e degli acquiferi dei Colli Albani (D.G.R. 445 del 16/06/2009)



Area critica, in cui la concentrazione dei prelievi determina un depauperamento della circolazione idrica sotterranea e un'alterazione dei livelli piezometrici significativamente superiore a quella delle aree circostanti, con rischio di compromissione, in tempi brevi, dell'approvvigionamento idrico delle attività che vi insistono.

Aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

Aree di salvaguardia del campo pozzi di CAMPO DI CARNE e del pozzo in Via del Genio Civile - DGR n° 5817/1999; DGR n° 415/2015.



Protezione



Rispetto



Tutela

Concessione mineraria di acque minerali (L.R. 90/80) - "Santo Stefano" - D.G.R. n. 6254 del 14/10/1997.



zona di protezione igienico sanitaria.



zona di protezione ambientale.



Confine Comune di Aprilia

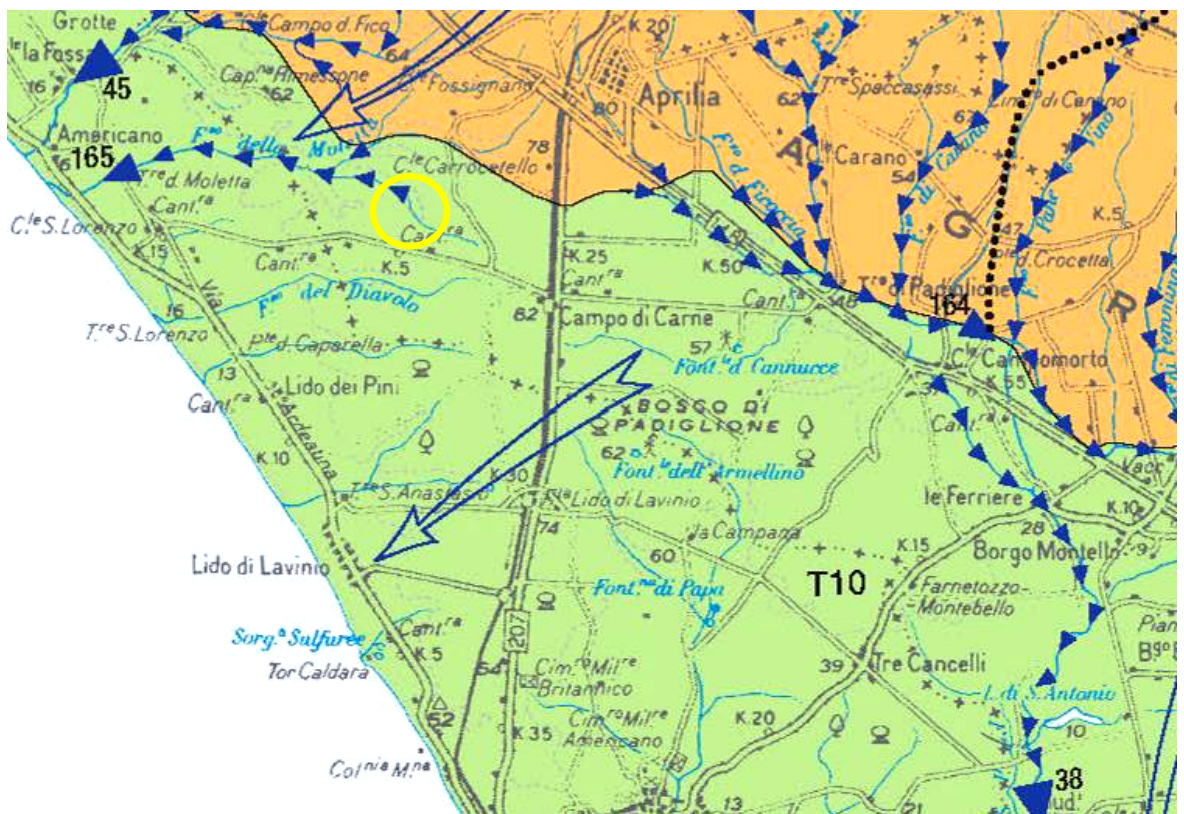
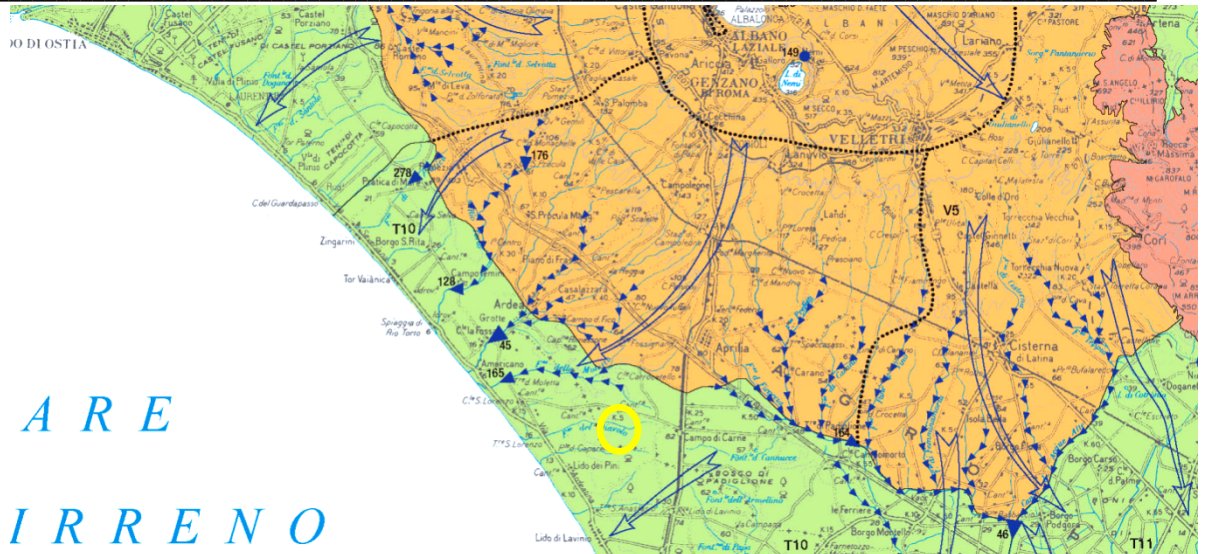


Fig. 6, 6a – stralcio della CARTA DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE DELLA REGIONE LAZIO; d'interesse per l'area in cui ricade il lotto in esame, circolettata; segue stralcio della relativa LEGENDA.

UNITÀ IDROGEOLOGICHE

Nel territorio regionale del Lazio sono state riconosciute 47 unità idrogeologiche. Ciascuna unità idrogeologica corrisponde ad un sistema idraulicamente definito, in cui la presenza di limiti idraulici, di natura generalmente nota, delimita le aree di ricarica di questi grandi serbatoi regionali. Le unità idrogeologiche, distinte con colori differenti in base alla prevalente natura litologica degli acquiferi in esse contenuti, sono caratterizzate da un valore medio di infiltrazione efficace espressione della ricarica media annua (mm/anno) che, secondo i principi dell'idrogeologia quantitativa, corrisponde alla valutazione delle risorse idriche sotterranee rinnovabili di ciascuna unità idrogeologica (L/s).

Nelle aree definite "con risorsa idrica trascurabile", evidenziate dal colore grigio, non è nota l'esistenza di circolazione idrica sotterranea significativa.


L'effettiva disponibilità di risorse idriche sotterranee, riportata in tabella, è generalmente inferiore alla valutazione delle risorse idriche sotterranee rinnovabili. La valutazione proposta, infatti, non tiene conto dell'incidenza dell'utilizzazione di tali risorse necessaria per soddisfare il fabbisogno idrico regionale. La disponibilità idrica sotterranea tende all'esaurimento nelle unità idrogeologiche in cui il fabbisogno idrico risulta pari o superiore all'entità della ricarica valutata.

UNITÀ IDROGEOLOGICA			Area (km ²)		Infiltrazione efficace media	
			totale	regionale	(mm/anno)	(L/s)
UNITÀ VULCANICHE	C20	Monte Circeo	11	11	430	150
	V1	Monti Vulsini	1607	1325	240	12230
	V2	Monti Cimini e Vicani	1342	1342	240	10210
	V3	Tolfa - Allumiere	46	46	230	330
	V4	Monti Sabatini	1249	1249	240	9500
	V5	Colli Albani	1461	1461	260	12040
UNITÀ DETRITICO-ALLUVIONALI	T1	Depositi costieri terrazzati settentrionali	340	299	170	1830
	T2	Depositi costieri di Santa Severa	110	110	200	700
	T3	Versante destro della media valle del Tevere	79	79	190	470
	T4	Versante sinistro della media valle del Tevere	-	616	-	-
	T5	Piana di Rieti	126	126	-	-
	T6	Piana di Leonessa	24	24	-	-
	T7	Conglomerati plio-pleistocenici	255	255	-	-
	T8	Delta del Fiume Tevere	280	280	160	1420
	T9	Valli dei Fiumi Sacco, Liri e Garigliano	1205	1205	-	-
	T10	Depositi costieri terrazzati meridionali	336	336	220	2340
	T11	Piana Pontina	705	705	-	-
	T12	Piana di Sora	18	18	-	-
	T13	Piana di Fondi	103	103	-	-
	T14	Piana di Formia	-	70	-	-

SORGENTI PUNTUALI


 Sorgente con numero di riferimento

Classi di portata portata media misurata (L/s)

-  da 50 a 250 L/s
-  da 250 a 1000 L/s
-  da 1000 a 5000 L/s
-  da 5000 a 10000 L/s
-  >10000 L/s

SORGENTI SOTTOMARINE





Classi di portata portata media stimata (L/s)


-  < 100 L/s

SORGENTI LINEARI

 Sorgente con numero di riferimento


Classi di portata portata media misurata (L/s)

-  da 50 a 250 L/s
-  da 250 a 1000 L/s
-  da 1000 a 5000 L/s
-  da 5000 a 10000 L/s

 Decremento di portata in alveo

 Principale direttrice di flusso idrico sotterraneo

 Limite delle unità idrogeologiche

 Limite dinamico dei sottobacini delle unità vulcaniche

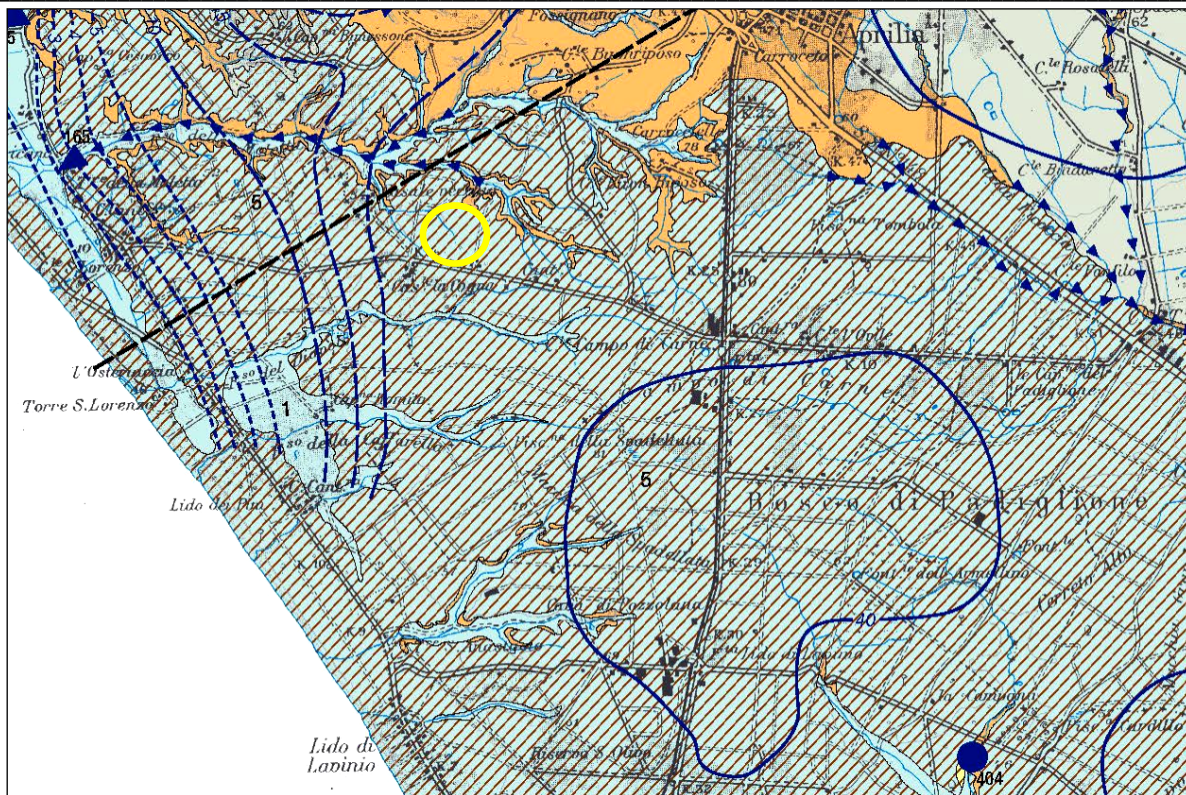


Fig. 7 – stralcio della CARTA IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO DELLA REGIONE LAZIO;
segue relativo stralcio della LEGENDA, d'interesse per l'area in cui ricade il lotto in
esame, circolettata. **N.B.:** isopiezia compresa tra m 10 e 15.



COMPLESSI IDROGEOLOGICI

- | | |
|---|--|
| 1 | COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta
Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (<i>OLOCENE</i>). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione. |
| 2 | COMPLESSO DEI DEPOSITI DETRITICI - potenzialità acquifera medio alta
Detriti di falda e di pendio, depositi morenici, di conoide e di frana e terre rosse (<i>PLEISTOCENE - OLOCENE</i>) con spessori variabili fino ad alcune decine di metri. Dove poggia su un substrato più permeabile non contiene falde significative, ma contribuisce alla ricarica delle falde del substrato. Dove è sostenuto da un substrato meno permeabile ospita falde sospese che alimentano sorgenti diffuse a regime generalmente stagionale. Le grandi conoide possono contenere falde perenni alimentate da infiltrazione zenitale e, localmente, da apporti provenienti dagli acquiferi con cui sono in continuità idraulica. |
| 3 | COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI - potenzialità acquifera bassa
Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose antiche terrazzate, (<i>PLEISTOCENE</i>). L'eterogeneità granulometrica dei litotipi di questo complesso favorisce la presenza di piccole falde sospese locali. |
| 4 | COMPLESSO DEI TRAVERTINI - potenzialità acquifera medio alta
Travertini antichi, recenti ed attuali, concrezioni travertinose intercalate a depositi alluvionali e lacustri (<i>PLEISTOCENE - OLOCENE</i>). Spessore variabile fino ad un massimo di un centinaio di metri. Dove affiora in estese placche isolate è sede di una circolazione idrica significativa che da luogo a falde locali di buona produttività; dove si trova in continuità idraulica con gli acquiferi alluvionali e/o carbonatici regionali, la produttività della falda aumenta perché ben alimentata. |
| 5 | COMPLESSO DELLE SABBIE DUNARI - potenzialità acquifera medio alta
Sabbie dunari, depositi interdunari, depositi di spiaggia recenti e dune deltilzie (<i>PLEISTOCENE - OLOCENE</i>). Spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea che dà origine a falde continue ed estese la cui produttività è limitata dalla ridotta permeabilità delle sabbie. |
| 6 | COMPLESSO DEI DEPOSITI FLUVIO PALUSTRI E LACUSTRI - potenzialità acquifera bassa
Deposit prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra con locali intercalazioni ghiaiose e/o travertinose (<i>PLEISTOCENE - OLOCENE</i>). Spessore variabile da pochi metri ad alcune decine di metri. La prevalente componente argillosa di questo complesso impedisce una circolazione idrica sotterranea significativa; la presenza di ghiaie, sabbie e travertini può dare origine a limitate falde locali. Il complesso può assumere il ruolo di acquiclud confinando la circolazione idrica sotterranea degli acquiferi carbonatici (Piana Pontina e di Cassino). |



Segue LEGENDA

NOTA - Nella carta i complessi con caratteristiche idrogeologiche simili sono indicati con tonalità diverse dello stesso colore.

Il colore **ROSSO** corrisponde ai complessi che affiorano nelle aree di alimentazione degli acquiferi carbonatici regionali caratterizzate da un'elevata capacità di ricarica (valori medi annui di infiltrazione efficace variabili in funzione del complesso affiorante da 1000 a 400 mm). L'aumento di intensità della tonalità del colore indica un aumento della potenzialità acquifera. Il sovrassetto distingue i complessi idrogeologici appartenenti alla Successione Laziale – Abruzzese.

Il colore **VIOLA** indica le aree di affioramento del complesso dolomitico basale, che, dove sufficientemente estese, costituiscono le aree di alimentazione di falde perenni a quote elevate.

Il colore **ARANCIO** indica l'affioramento dei complessi che costituiscono le aree di alimentazione degli acquiferi vulcanici regionali caratterizzate da buona capacità di ricarica (valori medi annui di infiltrazione efficace compresi fra 400 e 250 mm).

Il colore **CELESTE** indica complessi saturi con falda poco profonda.





Le tonalità di colore dal **VERDE** al **GIALLO** corrispondono ai complessi che con caratteristiche idrogeologiche eterogenee con variabilità locale sia orizzontale che verticale.

Il colore **GRIGIO** indica complessi privi di circolazione idrica sotterranea significativa.




LINEAMENTI TETTONICI



SORGENTI PUNTUALI




-  Sorgente con numero di riferimento (Le sorgenti con portata inferiore a 10 L/s non sono numerate)
-  termale ($T \geq 20\text{ C}^\circ$)
-  minerale (TDS > 750 mg/L)
-  termominerale ($T \geq 20\text{ C}^\circ$; TDS > 750 mg/L)

Classi di portata portata media misurata (L/s)

-  < 10 L/s
-  da 10 a 50 L/s
-  da 50 a 250 L/s
-  da 250 a 1000 L/s
-  da 1000 a 5000 L/s
-  da 5000 a 10000 L/s
-  > 10000 L/s




SORGENTI SOTTOMARINE

Classi di portata portata media stimata (L/s)

-  < 100 L/s
-  da 100 a 1000 L/s
-  > 1000 L/s

ISOPIEZE











La piezometria è stata ricostruita solo per gli acquiferi vulcanici e alluvionali

-  Equidistanza 1 m per le isopieze con quota inferiore a 5 m
-  Equidistanza 5 m per le isopieze con quota compresa fra 5 e 20 m
-  Equidistanza 20 m per le isopieze con quota superiore a 20 m

SORGENTI LINEARI

-  Sorgente con numero di riferimento

Classi di portata portata media misurata (L/s)

-  da 10 a 50 L/s
-  da 50 a 250 L/s
-  da 250 a 1000 L/s
-  da 1000 a 5000 L/s
-  da 5000 a 10000 L/s
-  Decremento di portata in alveo
-  Emissione gassosa
-  P42 Stazione pluviometrica
-  TP30 Stazione termopluviometrica
-  Stazione idrometrica in telemisura



Territorio urbanizzato
insediamenti residenziali, produttivi e servizi connessi

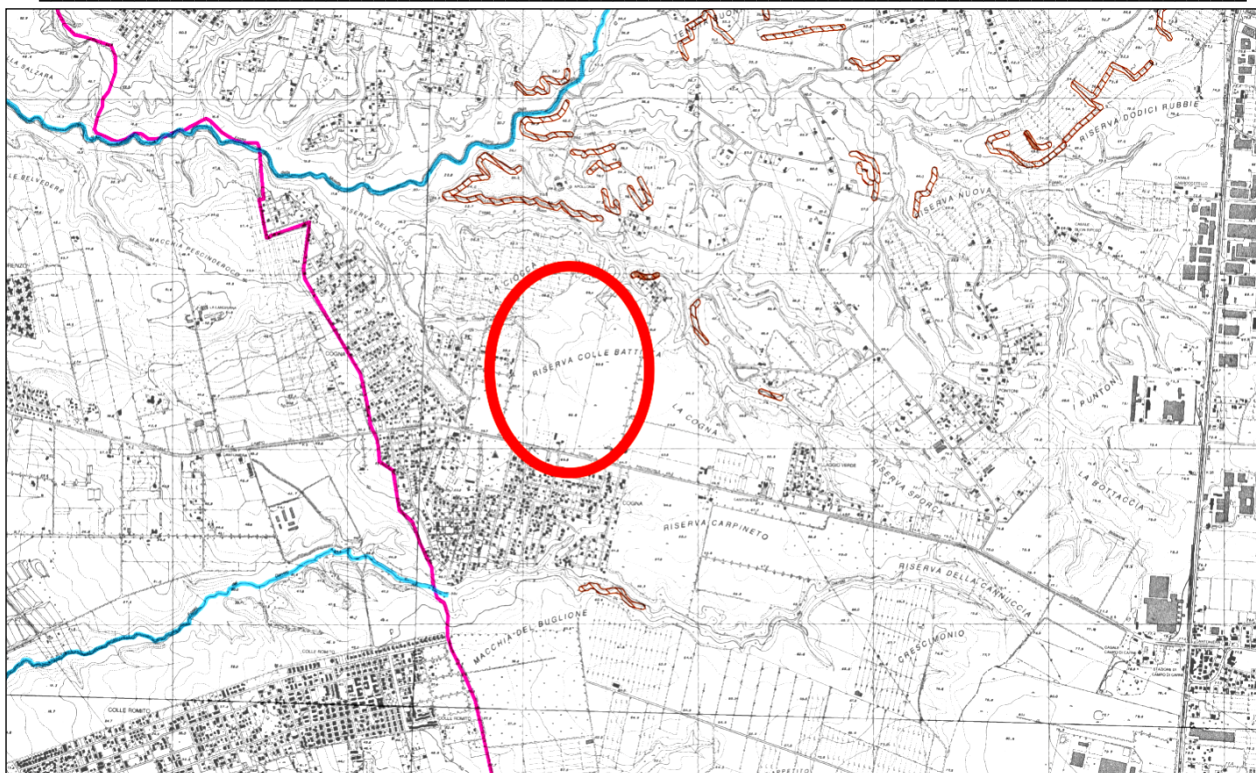





























Fig. 8 – stralcio cartografico, parte del piano stralcio del PAI dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale; aggiornata a Novembre 2021

	<p>AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE</p>	
<p>PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) BACINI REGIONALI DEL LAZIO</p>		
<p><i>Approvato con Deliberazione Consiglio Regionale n° 17 del 04/04/2012 (B.U.R.L. 21 del 07/06/2012 S.O. n° 35) e s.m.i.</i></p>		
<p><i>Cartografia aggiornata alla data del D.S.147/2021 (Novembre 2021)</i></p>		
<p>AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER DISSESTO IDROGEOLOGICO</p>		

LEGENDA		
AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO D'INONDAZIONE <i>(artt. 7 - 23 - 24 - 25 - 26)</i>		AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLO DI FRANA E D'INONDAZIONE <i>(artt. 9 - 19 - 27)</i>
 Aree a Pericolo A1 (c. 2 art. 7 e art. 23)  Aree a Pericolo A2 (c. 2 art. 7 e art. 23 bis)  Aree a Pericolo B1 (c. 2 art. 7 e art. 24)  Aree a Pericolo B2 (c. 2 art. 7 e art. 25)  Aree a Pericolo C (c. 2 art. 7 e art. 26)  Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentirne la definizione della pericolosità	 Aree di Attenzione Geomorfologica (artt. 9 e 19)  Aree di Attenzione Idraulica (artt. 9 e 27)  Aree di Attenzione per presenza di cavità naturali o artificiali soggette a crolli  Corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n° 452 del 01/04/05 (artt. 9 e 27)  Altri corsi d'acqua principali (artt. 9 e 27)	
AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO DI FRANA <i>(artt. 6 - 16 - 17 - 18)</i>		LIMITI AMMINISTRATIVI
 Aree a Pericolo A (c. 2 art. 6 e art. 16)  Aree a Pericolo B (c. 2 art. 6 e art. 17)  Aree a Pericolo C (c. 2 art. 6 e art. 18)  Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentirne la definizione della pericolosità	 Limite ex Autorità dei Bacini Regionali  Limiti Comunali  Limite Regionale	
LIVELLI DI RISCHIO IN FUNZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL VALORE ESPOSTO <i>(art. 8 comma 5)</i>		
<i>ELEMENTI AREALI A RISCHIO</i>	<i>ELEMENTI LINEARI A RISCHIO</i>	<i>ELEMENTI PUNTUALI A RISCHIO</i>
 R4  R3  R2	 R4  R3  R2	 R4  R3  R2

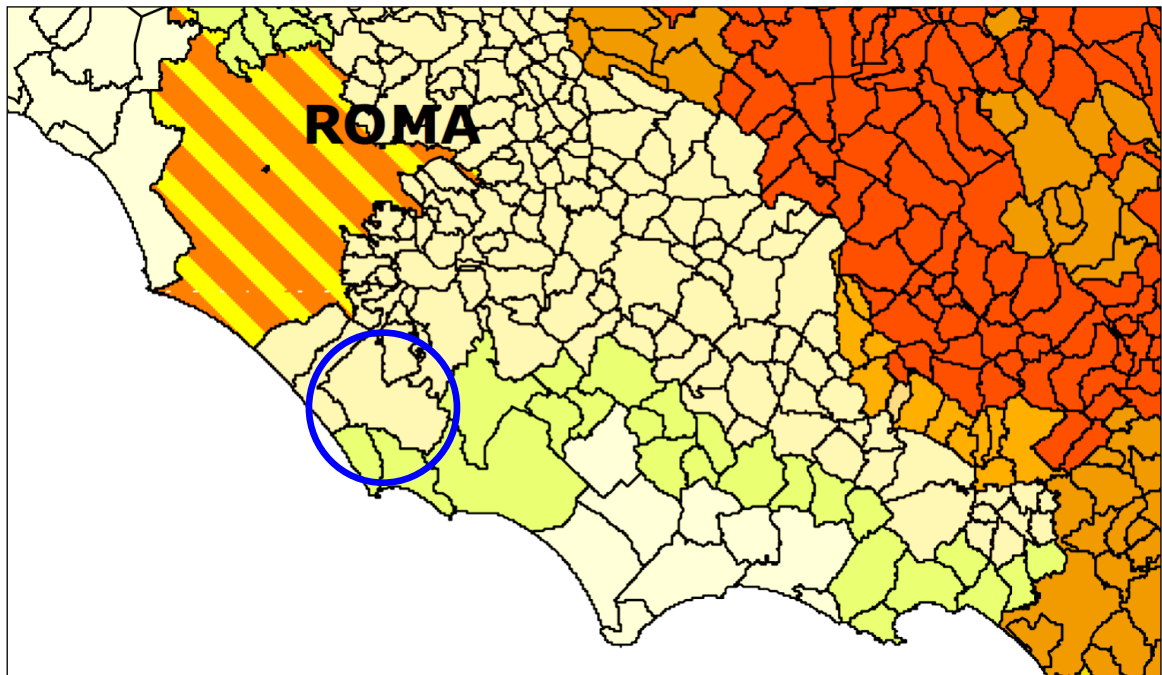


Fig. 9 - Stralcio della mappa della classificazione sismica d'Italia, in particolare della Regione Lazio in cui ricade il territorio comunale di APRILIA (LT), dunque, in cui ricade l'area interessata dal presente studio; si è in Zona con pericolosità sismica dove si verificano forti terremoti. La sottozona **2B** indica un valore di $0,15 < ag \leq 0,20g$.



Circolettato il territorio del Comune di APRILIA (LT)

APPENDICE 2

A2.1 - Suolo di fondazione e Pericolosità Sismica (note relative alle NTC 2018)

Sicurezza e prestazioni attese

Nel paragrafo 2.4 delle NTC 2018 si definiscono alcuni importanti aspetti delle costruzioni quali la Vita Nominale, le Classi d'uso e il periodo di riferimento. La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I e tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in 4 classi d'uso definite come di seguito riportato.

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in esame e da quanto fin ora riportato si ottengono i seguenti dati:

- Vita nominale $V_N = 50$ anni
- Classe d'uso = II
- Coefficiente d'uso $C_U = 1,0$
- Periodo di riferimento $V_R = 50$ anni

Pericolosità sismica di base

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a

prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione. Per la vigente normativa le forme spettrali sono definite, per ogni probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I.

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R si ricava il periodo di ritorno T_R del sisma utilizzando la relazione:

$$T_R = - V_R / \ln (1 - P_{VR}) = - C_U * V_N / \ln (1 - P_{VR})$$

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, 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 . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{Seq} (in m/s), cioè:

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

dove:

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 è definita dal parametro V_{Seq} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.*

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	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.
B	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.
C	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.
D	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.
E	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.

Per le NTC 2018 il terreno di fondazione rientra nella Categoria di suolo “C” (calcolata in maniera cautelativa e favorevole per la sicurezza, in corrispondenza del p.c.); quindi rientra tra: “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a m 30, 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.*”

Categorie topografiche e amplificazione topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale mentre per configurazioni superficiali semplici si può adottare la Tab. 3.2.III.

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 $i > 30^\circ$

Nel caso specifico in esame il sito di intervento ricade nella Categoria T1 trattandosi di “*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$* ”. Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell’ubicazione dell’opera o dell’intervento. La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l’altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove S_T assume il valore massimo riportato sempre nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove S_T assume valore unitario.

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

Categoria topografica	Ubicazione dell’opera o dell’intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Nel caso specifico in esame ricadendo il sito di intervento nella Categoria T1 avrà un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1,0.

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_o e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l’accelerazione di gravità e T_c^* è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – 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	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Fattori di amplificazione - Risposta Sismica Locale

In condizioni stratigrafiche e morfologiche schematizzabili con un modello mono-dimensionale e per profili stratigrafici riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.II, il moto sismico alla superficie di un sito è definibile mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa.

Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione:

$$a_{max} = S_S \cdot ag$$

dove ag è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Per condizioni topografiche riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.III, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica S_T . Il parametro S_T deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15°, altrimenti si applicano i criteri indicati nel § 3.2.2.

Sintesi dei valori dei vari fattori per il sito di interesse

- Vita nominale $V_N = 50$ anni
- Classe d'uso = II
- Coefficiente d'uso $C_U = 1,0$
- Periodo di riferimento $V_R = 50$ anni
- Categoria di suolo = C
- Categoria topografica = T1
- Coefficienti di amplificazione topografica $S_T = 1,0$
- Coefficienti di amplificazione stratigrafica $S_S = 1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
- Coefficiente $C_C = 1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$

(*) Per la valutazione dell'Azione sismica e degli spettri di risposta elastico in accelerazione si rimanda a quanto riportato nel paragrafo 3.2.3 - Valutazione dell'azione sismica delle NTC 2018.

Tab. 3.2.IV – 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	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Considerando il profilo stratigrafico dall'attuale piano campagna, è possibile calcolare il parametro V_{seq} , applicando l'espressione riportata nel detto DM:

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

Sulla base di quanto scritto, si può inserire il suolo di fondazione per il sito interessato, nella **categoria C** ovvero: ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a m 30, 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.***; di cui alle N.T.C. del D.M. 17/01/2018.

8 - PRESCRIZIONI

Nell'eventualità che in fase esecutiva, ovvero in fase di scavo per la realizzazione delle fondazioni in progetto, dovessero riscontrarsi condizioni geologiche scarsamente definibili oppure in presenza di vera e propria anomalia geologica si prescrivono sin d'ora, ulteriori indagini geognostiche finalizzate ad una migliore caratterizzazione, di dettaglio, dei terreni interessati dall'opera, al fine di contribuire ad una maggior precisione degli interventi edilizi in progetto.

Dette indagini potranno essere articolate in indagini dirette tipo:

esecuzione di *saggio di scavo / trincea* avente opportuna profondità; *“sondaggi a distruzione di nucleo con video-ispezione in foro”*, *“sondaggi a carotaggio continuo”* e/o indagini indirette tipo: *“prospezioni geofisiche-geosismiche/geoelettriche”* e *“prospezioni georadar”*, oltre esecuzione di prove geotecniche in situ o in laboratorio, su campioni rappresentativi dell'ammasso roccioso in esame.

9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio, sulla base dei dati disponibili in bibliografia, ha consentito di ben caratterizzare i terreni interessati dalle opere edilizie in progetto.

La caratterizzazione geologico-geotecnica ha permesso d'inserire la formazione geologica interessata, nella **categoria C di suolo di fondazione** cui è assegnato il parametro *Vseq* con valori **velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s**; di cui alle NTC 2018.

Si prescrive la progettazione antisismica.

In conclusione, fermo restando il rispetto di quanto indicato al paragrafo n.° 8 non ci sono controindicazioni tecniche, pertanto **si esprime parere geologico favorevole.**

Tanto in assolvimento all'incarico professionale conferitomi.

Geol. Nicola Pellecchia