

AEROPORTO "LEONARDO DA VINCI" FIUMICINO - ROMA



PROGETTO DI REALIZZAZIONE DELL'AREA RENT A CAR DELL'AEROPORTO "L. DA VINCI" DI FIUMICINO LOTTO 1 - AREA LOGISTICA

PROGETTO ESECUTIVO


PARTE GENERALE

GEOLOGIA

Relazione geologica e idrogeologica

IL GEOLOGO Geol. Vittorio Federici	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Alfredo Ingletti Ord. Ing. Roma n.16300	IL RESPONSABILE COORDINAMENTO TECNICO E PROGETTI Ing. Stefano Luca Possati Ord. Ing. Roma n.20809
--	---	--

CODICE IDENTIFICATIVO										Formato:	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO			RIFERIMENTO ELABORATO				A4	
Codice	Commessa	Fase	Cod. Appalto, Sub-Prog, Lotto	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA	Disciplina	Tipologia	Progressivo		Rev.
10	12304	E	1.10.01	--	--	LS	GL	RS	001	C01	SCALA: -

 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A. 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A. Lungotevere Vittorio Gassman, 22 00146 Roma - Italy tel.: +39 06 55301518 fax: +39 06 55301522 www.3tiprogetti.it - info@3tiprogetti.it	DIRETTORE TECNICO: Ing. Stefano Luca Possati		COORDINATORE PER LA PROGETTAZIONE: Ing. Giovanni Maria Cepparotti		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
							n.	data
							0	Giugno 2018
							1	
							2	
REDDATTO: Vittorio Federici		VERIFICATO: Stefano Luca Possati				3		
						4		

Visto del Committente: Aeroporti di Roma S.p.A.		RIFERIMENTI COMMITTENTE: INCARICO n. LVM 10620 del 31/07/2017	
IL RESPONSABILE DELL'INIZIATIVA Ing. Giorgio Gregori DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Nunzio D'Auria	IL POST HOLDER DI AREA: PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE E SISTEMI Ing. Paolo Cambula MANUTENZIONE CIVILE, IMPIANTI E SISTEMI Ing. Pieluigi Fratarcangeli	

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.1/68

INDICE

1. NORME E RIFERIMENTI	2
2. PREMESSA	4
3. LIVELLO DI VULNERABILITÀ DELL'OPERA	5
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE	6
5. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI	10
5.1. Evoluzione del litorale ed eustatismo	11
5.2. Caratteri geologici e geomorfologici del delta del Tevere nel settore di Fiumicino	20
5.3. Caratteri geologico-stratigrafici e geomorfologici dell'area aeroportuale	23
6. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO	26
7. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E INTERAZIONI CON LA FALDA IDRICA.....	33
8. CARATTERI GEOTECNICI DEL SOTTOSUOLO	36
9. SISMICITÀ	47
9.1. Aspetti generali.....	47
9.2. Classificazione sismica del sottosuolo e pericolosità sismica di base	50
10. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	56
11. MICROZONAZIONE SISMICA	58
12. VERIFICA DEL PAI	61
13. ANALISI DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE	62
14. CONCLUSIONI SULLA FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO	67

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.2/68

1. NORME E RIFERIMENTI

- 1.1 - D. M. 11/3/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle opere di fondazione.
- 1.2 - Circolare Min. LL. PP. 24/9/1988 n. 30483: Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- 1.3 - Associazione Geotecnica Italiana - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche - Giugno 1977.
- 1.4 - Associazione Geotecnica Italiana - Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - Gennaio 1994.
- 1.5 - "La geologia della città di Roma" - Ventriglia U. - Roma 1971.
- 1.6 - "La geologia della città di Roma" - Ventriglia U., Roma 2002
- 1.7 - Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia - Vol. L - Roma, 1995.
- 1.8 - Carta geologica del comune di Roma - R.Funiciello e G.Giordano - Vol. 1 - Roma, 2008.
- 1.9 - Carta dei profili stratigrafici rappresentativi del deposito alluvionale del fiume Tevere e di alcuni suoi tributari - M.P. Campolughi, G.Capelli, R.Funiciello, M.Lanzini, 2008
- 1.10 - Ordinanza del 20/03/2003 n. 3274 e s.m.i. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- 1.11 - D.M. 14/01/2008 - Norme tecniche per le costruzioni
- 1.12 - Guida per la stima del tipo di terreno da risultati di prove CPT con punta meccanica di Begemann - Schmertmann J.H. - 1969
- 1.13 - Carotaggi e studi geologici a Portus: il delta del Tevere dai tempi di Ostia Tiberina alla costruzione dei Porti di Claudio e Traiano
- 1.14 - Regolamento regionale 7 Febbraio 2012, n.2: Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico
- 1.15 - DGR n.489 del 17/10/2012 - Modifica dell'Allegato 2 della DGR Lazio n.387 del 22 maggio 2009
- 1.16 - Ventriglia U. - "Idrogeologia della provincia di Roma" - A cura della Amministrazione Provinciale di Roma LL.PP. Viabilità e Trasporti - Roma 1990
- 1.17 - Guide geologiche regionali VOL. 5 - "LAZIO" - a cura della Società Geologica Italiana - 1993
- 1.18 - Bellotti P., Carboni M. G., Milli S., Tortora P. & Valeri P. (1989) - La piana deltizia del Fiume Tevere: analisi di facies ed ipotesi evolutiva dall'ultimo low stand glaciale all'attuale. Giornale di Geologia, 51, 71-91.
- 1.19 - Bellotti P., Caputo C., Ciccacci S., De Rita D., Donati S., Fredi P., Funiciello R., La Monica G. B., Landini B., Marra F., Milli S., Parotto M. & Pugliese F. (1997) - Fundaments for a geomorphological overview on Roma and its surroundings. Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, III (2), 105-121.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.3/68

1.20 – Hub est – Lotto 2 – Ampliamento T1 lato ovest – Aeroporto Leonardo da Vinci – Fiumicino – ADR Engineering SPA – Indagini geotecniche, geofisiche e idrogeologiche – Geostudi srl – Ottobre e Novembre 2012

1.21 – Hub est – Lotto 1 – Ampliamento T1 lato ovest – Aeroporto Leonardo da Vinci – Fiumicino – ADR Engineering SPA – Indagini geotecniche, geofisiche e idrogeologiche – Geostudi srl – Ottobre e Novembre 2012

1.22 -ADR (2013). Sistema di scarico delle acque emunte - All. 1: Caratterizzazione dell'acquifero - Elaborato cartografico 1:5.000: Piano di indagini.

1.23 ADR Engineering (2013). Hub Est lotto 1. Hub Est Lotto 2. Indagini geotecniche, geofisiche e idrogeologiche. Rapporti di prova - Geostudi srl.

1.24 – Aeroporti di Roma - Rete elettrica aeroportuale realizzazione nuova sottostazione elettrica di trasformazione alta tensione/media tensione – Perizia di variante 1 – Indagini e rilievi – Relazione geologica – 26-09-2016

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.4/68

2. PREMESSA

Nell'ambito del progetto esecutivo di realizzazione dell'area "Rent a Car" in corrispondenza di un'area nei pressi dell'Aeroporto di Fiumicino, è stato eseguito uno studio geologico teso a delineare le caratteristiche stratigrafiche generali del sottosuolo, nonché a fornire un inquadramento sui caratteri stratigrafici e geologico-tecnici di dettaglio propedeutici alla scelta delle più idonee soluzioni progettuali delle opere di fondazione.

Lo studio eseguito ha consentito di definire un modello geologico e geotecnico del sottosuolo ed è stato realizzato analizzando i dati geognostici ottenuti da prove in sito effettuate in sede di progettazione esecutiva, nonché prendendo in esame i dati forniti da ulteriori indagini realizzate nelle adiacenze dell'area di intervento nell'ambito del progetto di una Sottostazione Elettrica di trasformazione alta tensione/media tensione, ubicata in via V.Lunardi.

I dati di carattere geologico-stratigrafico generale sono stati desunti attraverso la consultazione della cartografia geologica ufficiale riguardante l'area in cui ricade il territorio in esame. Ulteriori notizie relative alla stratigrafia generale dell'area sono state ricavate da fonti di letteratura principalmente legate agli studi geologico-archeologici dedicati al delta del Tevere ed ai Porti di Claudio e Traiano.

Per gli aspetti geologico-stratigrafici di dettaglio sono state anche analizzate e interpretate le risultanze delle campagne di indagini eseguite dalla Geostudi srl (campagna 2013-2014) presso l'Hub est.

Con riferimento alle indagini eseguite per la Sottostazione Elettrica, si è fatto riferimento ad alcune verticali geognostiche comprese nel complesso di indagini realizzate in un arco di tempo tra il marzo 2010 ed il novembre 2016.

Lo studio eseguito ha consentito di sviluppare i seguenti argomenti:

- inquadramento idro-geo-morfologico dell'area;
- analisi dell'assetto litostratigrafico emerso dai sondaggi geognostici eseguiti;
- analisi dell'assetto idrogeologico;
- caratterizzazione stratigrafica e litotecnica.

3. LIVELLO DI VULNERABILITÀ DELL'OPERA

I criteri e le procedure adottati per la valutazione delle indagini ritenute necessarie in sede di progettazione esecutiva del muro in c.a. sono stati adeguati al livello delle verifiche in corso ed in conformità ai seguenti dispositivi:

- Deliberazione 5 luglio 2016, n. 375 - Adozione regolamento regionale concernente: "Regolamento regionale per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica. Abrogazione del regolamento regionale 7 febbraio 2012, n. 2 (Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico)"
- Paragrafo 6.2.1 del D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e paragrafo C6.2.1 della Circolare del Ministero dei LL.PP. n.617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/02/2008".

La scelta della tipologia delle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche da eseguire e la loro quantità sono state definite in relazione ad un parametro che identifica un ben definito livello di vulnerabilità dell'opera, dipendente dalla classificazione sismica dell'area di progetto e dalla classe d'uso dell'opera da realizzare.

In relazione ad una classe d'uso pari a III e alla zona sismica 3B, si definisce un livello di **vulnerabilità dell'opera "basso"**, secondo quanto indicato nella deliberazione n.375-2016 della Regione Lazio, di seguito rappresentata.

Le indagini eseguite rispettano quelle minime indicate e previste dalla normativa vigente.

	zona sismica 1	zona sismica 2a	zona sismica 2b	zona sismica 3a	zona sismica 3b
ASSEVERAZIONI	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
PROGETTI A SORTEGGIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
PROGETTI A CONTROLLO OBBLIGATORIO (classe d'uso II; classe d'uso III, escluse le strutture per l'istruzione - DGRL n. 489/2012)	ALTO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
PROGETTI A CONTROLLO OBBLIGATORIO (classe d'uso III - strutture per l'istruzione; classe d'uso IV e opere pubbliche)	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO

Livelli di Vulnerabilità - Deliberazione 5 luglio 2016, n. 375 della Regione Lazio

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE

In ottemperanza al nuovo regolamento sismico del 5 luglio 2016, in relazione alla classe d'uso prevista pari a 3, alla zona sismica 3B e al livello di vulnerabilità basso dell'opera, nonché tenendo conto dell'ubicazione e delle caratteristiche delle opere in progetto, le attività di indagine di tipo geologico, geofisico e geotecnico eseguite in sede di progettazione esecutiva sono di seguito esposte:

Indagini anno 2018 (Servizi Geotecnici s.r.l.)

- Esecuzione di n.4 prove penetrometriche statiche a punta elettrica (CPTE) – profondità 20 m;

PROVE CPTE	
Prova	Profondità (m)
CPTE1	20,00
CPTE2	20,00
CPTE3	20,00
CPTE4	20,00

- Esecuzione di n.2 prove MASW per la determinazione della Vs30;
- Realizzazione di n.5 carotaggi (SG) di prof. 3.5-5 m m, compreso prelievo di n.2-3 campioni rimaneggiati per analisi geotecniche e ambientali;

SONDAGGI, PROVE IN FORO E TIPO DI ATTREZZATURA INSTALLATA								
Sondaggio	profondità investigata (m)	data di inizio lavori	data di fine lavori	SPT (numero)	campioni rimaneggiati (numero)	campioni indisturbati (numero)	prove geotecniche in foro (tipo)	attrezzatura installata in foro (tipo e numero)
SG1	4,0	1-mar-18	1-mar-18	-	1	-	-	-
SG2	5,0	1-mar-18	1-mar-18	-	1	-	-	-
SG3	3,5	1-mar-18	1-mar-18	-	1	-	-	-
SG4	4,0	1-mar-18	1-mar-18	-	2	-	-	-
SG5	4,5	1-mar-18	1-mar-18	-	2	-	-	-

- Perforazione a distruzione di nucleo profondo 15 m e installazione di n.1 piezometro a tubo aperto (Pz1);
- Esecuzione di n.4 prove di carico su piastra a doppio ciclo, effettuate a profondità di - 0.80 cm da piano campagna attuale (piastra circolare – D=30 cm - intervallo di carico tra 0.05 N/mm² e 0.25 N/mm²) ai fini della valutazione delle caratteristiche di portanza e deformabilità dei terreni di appoggio della sovrastruttura;

CAMPIONI PRELEVATI				
Sondaggio	Nome	tipo	quota	contenitore
SG1	Cr1	Rim	3,00-3,50	doppio sacchetto
SG2	Cr1	Rim	1,00-1,50	doppio sacchetto
SG3	Cr1	Rim	2,30-2,70	doppio sacchetto
SG4	Cr1	Rim	0,50-0,80	doppio sacchetto
SG4	Cr2	Rim	1,60-2,00	doppio sacchetto
SG5	Cr1	Rim	1,30-1,70	doppio sacchetto
SG5	Cr2	Rim	4,00-4,50	doppio sacchetto

- Analisi geotecniche su n.7 campioni rimaneggiati (peso di volume, analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione, Limiti di Atterberg)
- Analisi ambientali su n.13 campioni rimaneggiati prelevati da carotaggio con analisi delle concentrazioni soglia di cui alla tabella 4.1 del DM 161-2012, di seguito allegata:

Arsenico;
Cadmio;
Cobalto;
Nichel;
Piombo;
Rame;
Zinco;
Mercurio;
Idrocarburi C>12;
Cromo totale;
Cromo VI;
Amianto;
BTEX (*)
IPA (*)

Tabella 4.1 – DM 161-2012

- **Indagini anno 2013 (esecutore Geostudi s.r.l.)**

n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino a 45 metri di profondita dal p.c. (S1);

- Prelievo di n. 8 campioni indisturbati nel corso del sondaggio;

Prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati;

- Installazione di n. 1 tubo in PVC per misurare il livello piezometrico;

- n. 2 prove sismiche superficiali di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves);

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001 pag.8/68

- n. 1 prova sismica di tipo HVSR;
- n. 2 prove penetrometriche statiche CPTU (CPTU1, CPTU2) spinte fino a 34-35 metri di profondità dal p.c.;
- n. 1 prova penetrometrica statica CPTU con piezocono sismico spinta fino a 34 metri di profondità dal p.c. (S-CPTU3).

- **Indagini anno 2016 (esecutore Geoter S.r.l.)**

- n. 1 prova penetrometrica statica CPT con piezocono fino a 30 m dal p.c. eseguita nella nuova ubicazione di progetto.

- **Indagini anno 2016 (esecutore Perfor S.r.l.)**

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino a 25 metri di profondità dal p.c. eseguito nella nuova ubicazione di progetto, concordata nella estensione con il Progettista (par. 6.2.2 delle NTC08);
- n. 4 prove penetrometriche dinamiche S.P.T. eseguite nel corso del sondaggio geognostico;
- Prelievo di n. 1 campione indisturbato nel corso del sondaggio;
- Prove geotecniche di laboratorio eseguite sul campione indisturbato

Lo studio eseguito ha consentito di sviluppare i seguenti argomenti:

- inquadramento idro-geo-morfologico dell'area;
- analisi dell'assetto geologico-stratigrafico emerso dalle fonti di letteratura reperite;
- ricostruzione delle caratteristiche stratigrafiche dell'area di progetto desunta dalle diagrafie delle prove CPTU eseguite e dai sondaggi a disposizione;
- identificazione di una serie di Unità geologico-tecniche in relazione ad una prima valutazione dei caratteri geotecnici dei terreni sulla base dei risultati ottenuti dalle prove CPTU e dai sondaggi eseguite.

I criteri e le procedure adottati per la definizione del programma di indagine sono stati adeguati al livello delle verifiche in corso ed in conformità ai seguenti dispositivi:

- Deliberazione 5 luglio 2016, n. 375 - Adozione regolamento regionale concernente: "Regolamento regionale per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica. Abrogazione del regolamento regionale 7 febbraio 2012, n. 2 (Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico)"
- Paragrafo 6.2.1 del D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e paragrafo C6.2.1 della Circolare del Ministero dei LL.PP. n.617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/02/2008".

Sono stati allegati alla presente relazione:

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001

- Report indagini geognostiche, geotecniche e sismiche - Campagna Servizi geotecnici srl 2018;
- Logs stratigrafici sondaggio a carotaggio continuo - Campagna Perfor srl 2016;
- Diagrafie prove penetrometriche CPTU - Campagna Geostudi srl 2013;
- Diagrafie prove penetrometriche CPTU - Campagna Geoter srl 2016;
- Risultanze indagini sismiche "Masw", Campagna Geostudi 2013;



Figura 1 – Planimetria ubicazione sondaggi geognostici

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.10/68

5. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI

L'area in esame risulta compresa nel foglio 229 della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e ricade amministrativamente nel territorio del Comune di Fiumicino in provincia di Roma.

Essa insiste all'interno del grande sistema deltizio che si estende lungo la costa laziale per circa 38 km, affacciandosi sul margine orientale del Mar Tirreno ed è limitata nell'entroterra dai modesti rilievi collinari su cui affiorano sedimenti plio-pleistocenici da fini a grossolani di origine marina, fluviale e fluvio deltizia, ricoperti al tetto da placche di depositi piroclastici provenienti dall'apparato vulcanico sabatino.

Dal punto di vista geomorfologico, il settore in esame è parte integrante dell'estesa pianura costiera che dalla foce del Tevere arriva fino all'altezza degli abitati di S. Severa e S. Marinella, chiusa verso l'interno dalle colline plio-pleistoceniche e separata dal mare dalla lieve ondulazione della Duna Antica che raggiunge il massimo risalto morfologico proprio all'altezza dell'area di studio, tra Fregene e Maccarese con quote massime di 8 m s.l.m.

I terreni più antichi affioranti costituenti i rilievi collinari, appartenenti al Pleistocene medio-superiore e costituiti da una variegata successione di sedimenti di natura argillosa, sabbiosa e ghiaiosa del ciclo postorogeno di ambiente marino, rappresentano differenti fasi di un ciclo trasgressivo completo riconducibile all'intervallo Pleistocene medio - Pleistocene superiore. Essi costituiscono gran parte del territorio distribuito ad est del delta emerso del Tevere, comprendendo, da S verso N, parte della zona dell'Infernetto, il quartiere di Casal Palocco fino alla via Ostiense ed alla Torre di Dragoncello, prossima al fiume Tevere. Tali sedimenti, nella vasta zona occupata dalla Tenuta di Castel Porziano, risultano sormontati dai depositi sabbiosi dell'antico cordone dunare costiero.

Spostandosi verso ovest, in direzione dell'attuale linea di costa, il territorio è rappresentato da un esteso plateau suborizzontale o dolcemente ondulato (quota compresa tra 2 m e 10-12 m s.l.m.), le cui caratteristiche morfologiche e, soprattutto, stratigrafiche e sedimentologiche, riflettono le continue interazioni avutesi nel corso del Pleistocene superiore-Olocene, fino in epoca storica, tra le oscillazioni della linea di costa (ambiente marino) e le fasi di progradazione del delta del Tevere (ambiente fluviale, salmastro e limo-salmastro).

Quest'ultimo si è infatti sviluppato in parte nel Pleistocene superiore, in parte durante l'Olocene. La sua porzione emersa è delimitata, verso mare, dalla costa compresa tra Palo, a N, e Tor Paterno, a S, e verso terra dall'allineamento Palo-Ponte Galeria-Dragoncello-Casal Palocco-Tor Paterno, comprendendo pertanto anche l'area oggetto del presente studio.

I lineamenti evolutivi del delta del Tevere possono essere sinteticamente descritti secondo le seguenti tappe principali (v. schema allegato):

20.000 anni fa: alla fine della glaciazione Wurmiana (livello del mare a -120 m e linea di riva 10 Km ad ovest dell'attuale) il corso del Tevere scorre in una valle orientata E-W, successivamente sepolta da sedimenti recenti con la risalita delle acque marine;

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.11/68

13.000 anni fa: formazione di una laguna costiera orientata secondo l'asse della valle del Tevere al cui interno è situata la foce del Tevere (area attualmente compresa tra Ostia antica, ad ovest, e Dragoncello, ad est);

8000 anni fa (livello del mare a -25 m); la valle del Tevere viene completamente sommersa e la laguna costiera migra verso l'entroterra, in direzione NW-S, e si estende verso sud; la foce del Tevere rimane confinata all'interno della laguna, in posizione arretrata di circa 7-8 Km rispetto all'attuale.

5000 –2000 anni fa (livello del mare pari a quello attuale): con il livello del mare stabile, gli apporti solidi del Tevere consentono alla foce di progredire all'interno della laguna che viene divisa in due stagni, entrambi separati dal mare da una barriera dunare. Con l'avanzare della progradazione, il Tevere torna ad avere la foce in mare.

epoca storica: avanzamento progressivo della foce fino alla sua posizione attuale. Negli ultimi 2.000 anni la stabilità del livello marino e la foce tiberina avanzante in mare determinò la trasformazione dei due bacini in paludi salmastre corrispondenti agli antichi stagni di Ostia e Maccarese, i quali tuttavia, mantennero sempre un contatto, seppur parziale, con il mare tanto da essere utilizzati in epoca storica come saline.

A partire da circa 2500 anni fa l'azione costruttiva esplicata dai sedimenti trasportati dal Fiume Tevere portò all'allargamento del delta provocando l'inizio della migrazione del tratto finale del fiume che tende così ad aggirare il suo delta dirigendo la sua foce verso Sud Sud-Est, evento questo che ha avuto significative ripercussioni sullo sviluppo degli insediamenti antropici dell'area.

Intorno a circa il 1000 A.C. questo processo di espansione e migrazione dell'estuario del Tevere si accentua maggiormente e la foce si colloca proprio in prossimità del sito dove nel 633 A.C. Anco Marzio fondò Ostia Antica. In questa zona rimase una sensibile insenatura il cui residuo fu utilizzato proprio per la costruzione del Porto Claudio-Traiano.

Nel 15° secolo la linea di riva doveva essere ancora coincidente con quella che si aveva ai tempi di Claudio e di Traiano e di Anco Marzio. Nel 16° secolo il mare arretrò invece di molte centinaia di metri. Utili dati ed informazioni possono essere tratti dalla cartografia antica e recente; le rappresentazioni più antiche del 1541 raffigurano il Porto di Claudio completamente nell'entroterra, con la linea di riva già lontana più di 500 m. Nella Carta della Campagna Romana del 1547 il mare risulta invece distante dal Porto di Claudio circa 2 Km. Infine le carte del 1744 e del 1875 non presentano grandi differenze rispetto alla situazione odierna.

L'area dell'aeroporto di Fiumicino è stata ripetutamente coinvolta nelle descritte fasi di continua avanzata e ritiro del sistema deltaico, essendo situata nella parte centrale del delta emerso del Tevere, a ridosso della attuale settore occupato dalla foce (area di Isola Sacra – Fiumicino).

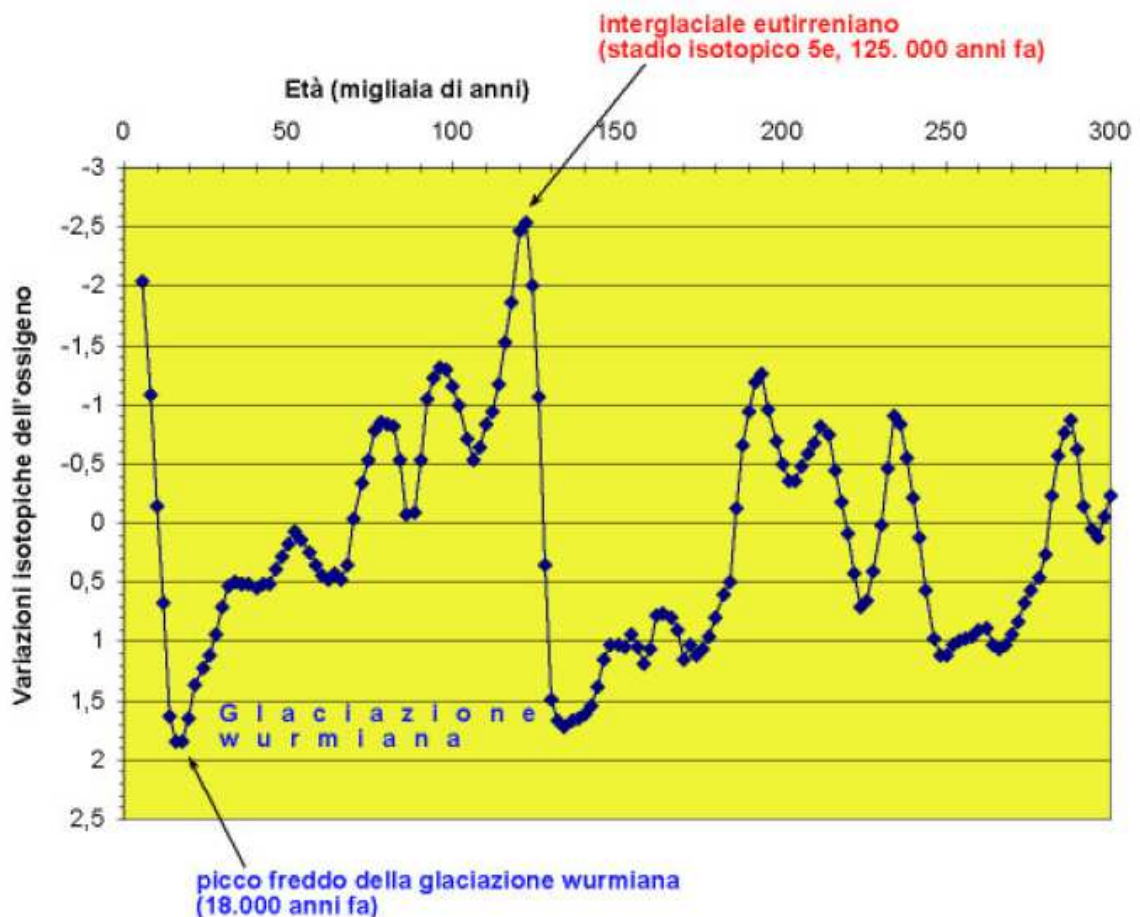
5.1. Evoluzione del litorale ed eustatismo

Sappiamo da ormai molti anni che nel corso del Pleistocene (da 1,8 milioni a circa 10.000 anni fa) il livello dei mari ha subito notevoli variazioni, oscillando di molte decine di metri rispetto al livello attuale. Queste oscillazioni hanno fatto variare di continuo la linea di costa nell'area laziale,

e dato luogo a periodi in cui il Tevere creava profonde incisioni per erosione a causa dell'abbassamento delle acque marine, e periodi in cui questa valle incisa veniva rialluvionata e colmata di sedimenti.

Essenzialmente i periodi in cui il livello del mare era basso corrispondono a periodi glaciali, in cui gran parte delle acque erano sottratte al mare ed imprigionate nei ghiacciai e nelle calotte glaciali polari. Viceversa nei periodi caldi i ghiacci si scioglievano e restituivano l'acqua al mare, che aumentava di livello. In relazione alle variazioni percentuali di due isotopi dell'ossigeno nei gusci dei foraminiferi marini che dipendevano direttamente dalle temperature delle acque, e dunque anche dalle quantità di ghiacci, presenti nelle calotte polari, è stata ricostruita una curva che mostrava la cronologia di tutti i periodi glaciali ed interglaciali del Pleistocene.

La parte più recente della "curva isotopica" del Pleistocene (che dunque corrisponde alle oscillazioni dei mari e all'alternarsi di periodi glaciali ed interglaciali) è così rappresentata

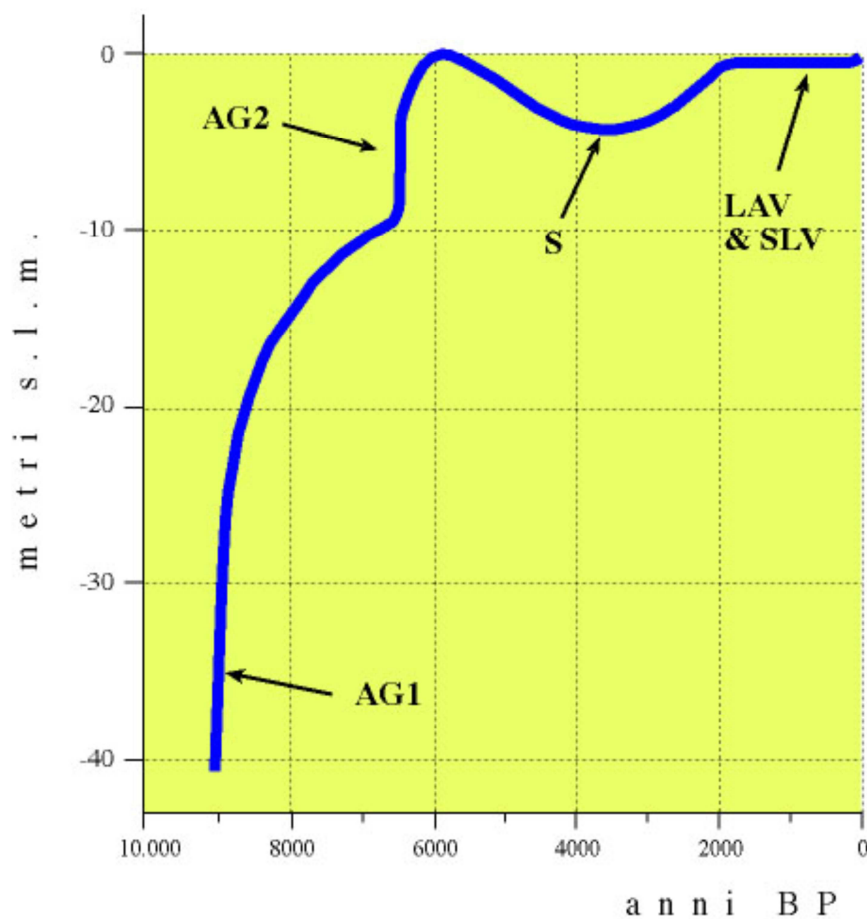


E' evidente l'ultimo interglaciale caldo a 125.000 anni fa (in cui le temperature erano più elevate di quelle odierne), ed il progressivo raffreddamento della glaciazione wurmiana, culminato nel

picco freddo di 18.000 anni fa, momento in cui la valle del Tevere fu profondamente incisa fino ad una profondità di -50 m s.l.m. nel tratto urbano.

In seguito vi fu un repentino riscaldamento che fece sollevare il livello delle acque marine da -120 m al livello odierno, ed il contemporaneo alluvionamento della valle tiberina. Tuttavia i rapporti isotopici non possono dettagliare questo sviluppo recente olocenico (l'Olocene inizia 10.000 anni fa, quando era completata gran parte della risalita eustatica), e per farlo è necessario servirsi dei dati stratigrafici raccolti nell'area romana e presso la foce del Tevere.

curva di variazione del livello marino negli ultimi
10.000 anni e correlazione con i depositi olocenici
della valle del Tevere (da Corazza et al., 1999)



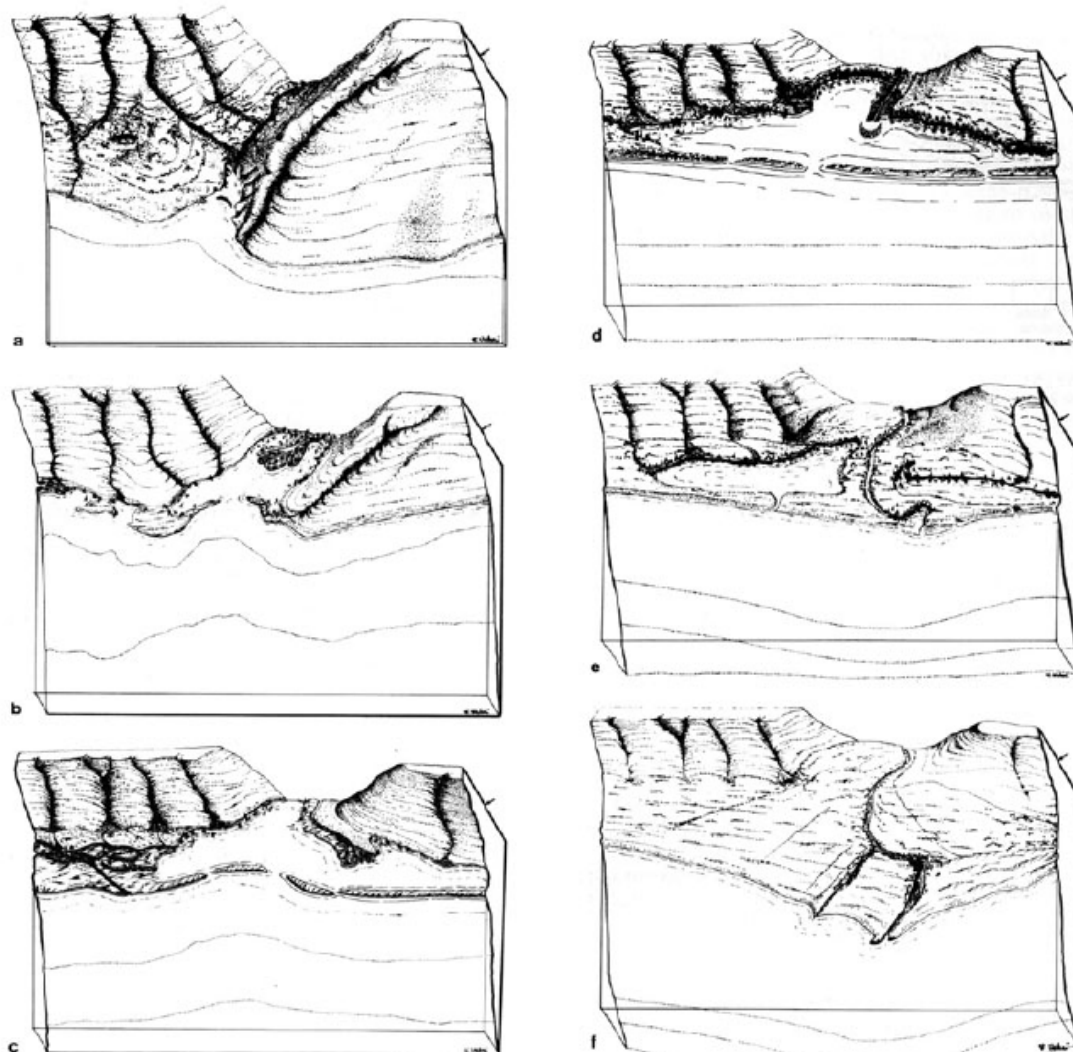
Infatti attraverso lo studio dei sedimenti affioranti e presenti nel sottosuolo del complesso deltizio del Tevere sono state formulate alcune ipotesi sull'evoluzione di quest'area dall'ultimo picco freddo wurmiano (18.000 anni fa) ad oggi. Bellotti et al. (1989) hanno riconosciuto nell'area in esame diverse litologie raggruppate in sei litofacies che costituiscono depositi fluviali, di laguna costiera e marini.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.14/68

Grazie all'utilizzo di datazioni radiometriche tramite il ¹⁴C, si è constatato che in questa zona il sollevamento del livello marino dopo l'ultimo picco freddo glaciale non è avvenuto a velocità costante. Secondo gli stessi Autori tra 18.000 e 10.000 anni fa il tasso medio di risalita è stato di circa 1,3 metri al secolo, mentre tra 10.000 e 5.000 anni fa è stato di circa 0,5 metri al secolo.

Durante la risalita del livello del mare si formò una barriera costiera che migrò verso terra con velocità differenti nei due periodi di tempo considerati, e cioè di 240 e 45 metri al secolo rispettivamente. Attraverso il ritrovamento di strati di torba ed esami microfaunistici nei sedimenti del complesso deltizio del Tevere, Bellotti et al. (1989) individuano nove stazionamenti del livello marino, rispettivamente alle quote di: -125 m; -66 m; -59 m; -40 m; -30 m; -25 m; -17 m; -10 m; 0 m. I primi quattro sarebbero avvenuti tra 18.000 e 10.000 anni fa, mentre gli altri nei successivi 5.000 anni, confermando che la risalita del livello del mare e la trasgressione post-glaciale furono episodiche, comprendendo fasi di stabilità separate da rapide risalite.

Da un punto di vista paleogeografico, con la risalita del livello del mare tra 18.000 e 10.000 anni fa, venne inizialmente invasa la paleovalle del Tevere e il fiume arretrò la sua foce all'interno di una laguna depositando gran parte del suo carico sedimentario (figura 7) nella valle alluvionale.



Schematizzazione di sei momenti dell'evoluzione del delta del Tevere. I disegni d, e, f, riguardano il periodo di stabilità del livello marino, gli altri si riferiscono al periodo della risalita postglaciale. Gli schemi f ed evidenziano la fase deltizia marina rispettivamente al momento attuale e a circa 2.500 anni fa. Il disegno d si riferisce a circa 5.000 anni fa durante lo sviluppo del corpo T3 nell'ultima fase deltizia lagunare. Lo schema c individua la seconda fase deltizia lagunare durante lo sviluppo del corpo deltizio T2 e del complesso *braided br*, circa 7.500 anni fa. I disegni b ed a si riferiscono a due momenti dello sviluppo del corpo deltizio T1 rispettivamente a circa 10.500 e 13.000 anni fa.

La scala verticale è stata fortemente esagerata

da Bellotti et al., 1989

Figura 2

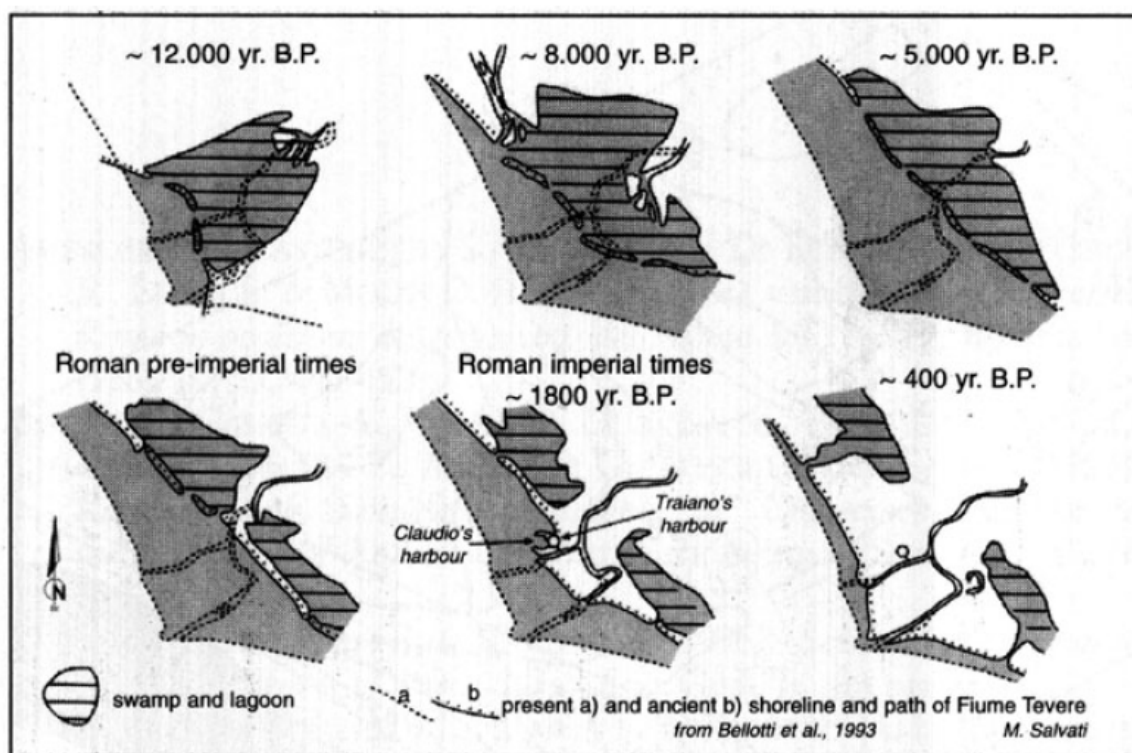
Tra 10.000 e 5.000 anni fa la laguna costiera si ampliò in direzione NO-SE, e il Tevere spostò la sua foce sulla sinistra del vecchio corso costruendo per circa 3.000 anni il secondo corpo deltizio.

Tra 7.000 e 5.000 anni fa la foce del Tevere arretrò di nuovo posizionandosi sul corso attuale e, per un ulteriore arretramento della barriera, la laguna si restrinse. Intorno a 5.000 anni fa,

quando il livello marino era ormai pressoché stabilizzato, la foce del Tevere progredì rapidamente all'interno della laguna e raggiunse in breve la costa avviando la fase deltizia marina. Questa fu caratterizzata dapprima da un delta lobato e successivamente da uno arcuato a dominio onduoso con cordoni litorali affiancati che chiudevano verso mare gli stagni, antichi relitti della vecchia laguna oggi bonificati.

L'evoluzione dell'area costiera in tempi storici è stata recentemente definita da Bellotti et al., 1997. Durante il primo periodo imperiale romano il Tevere sfociava direttamente nel mare, e a partire da quel periodo le due lagune rimasero isolate dal fiume (v. schema evolutivo di seguito riportato).

Gli imponenti lavori portuali di Claudio e di Traiano risalgono appunto a questo periodo. Sembra che l'apertura del canale artificiale che ha dato luogo alla foce odierna di Fiumicino sia stata appunto opera di Traiano. L'antica barra costiera si trasformò in una barriera praticamente continua, ed entrambe le lagune avevano solamente pochi e stretti canali che le congiungevano al mare.



Evoluzione della Foce del Tevere a partire da circa 12.000 anni fa (da Bellotti et al., 1997). Il laghetto subcircolare mostrato nell'ultima immagine si è formato dopo l'alluvione del Settembre 1557.

Figura 3

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.17/68

Perciò il delta del Tevere che si osserva oggi è stato costituito durante gli ultimi 2000 anni. Il delta è progradato attraverso stati alterni di erosione ed accumulo durante il Medio Evo, mentre la progradazione è divenuta continua tra il XVI ed il XX secolo.

In particolare la sensibile pro gradazione osservata a partire dal XVI secolo può forse essere collegata alla cosiddetta "piccola età glaciale" (1550-1850 circa), in cui il clima in Europa fu sensibilmente più freddo di oggi, i ghiacciai avanzarono ovunque e grandi fiumi come il Tamigi o il Po gelarono completamente. Resti archeologici e notizie storiche permettono una buona ricostruzione dei differenti stadi della progradazione post-romana. Le originarie lagune si trasformarono in stagni via via più lontani dal mare, ma ancora ad esso legati da almeno un canale.

La bonifica degli stagni fu realizzata alla fine del XIX secolo, ed oggi quest'area è drenata artificialmente per evitare l'inondazione delle zone al di sotto del livello medio del mare. Il delta attuale si è sviluppato dopo la stabilizzazione del livello del mare, e la sua porzione subaerea si può suddividere in due parti. La pianura deltizia interna mostra una morfologia estremamente piatta e coincide con le antiche lagune e stagni, in cui il sedimento è prevalentemente composto da fango.

La pianura deltizia esterna è caratterizzata da depositi sabbiosi disposti in dorsali ricoperte da dune che evidenziano la progradazione deltizia. La morfologia della pianura deltizia e la distribuzione e tessitura dei sedimenti sono tipiche di un delta dominato dalle onde. Il delta sommerso è nutrito dal flusso fluviale ipopicinale, ed è costituito da un fronte deltizio che si estende dalla linea di costa alla quota di -25 m s.l.m., ed un prodelta che raggiunge i -115 m. Il fronte deltizio presenta una debole inclinazione (0,3°), ed è dominato dalle onde e caratterizzato da correnti che corrono lungo la costa rielaborando i depositi sabbiosi fluviali. Il prodelta raggiunge l'inclinazione di 1°, e presenta una sedimentazione passiva dovuta alla flocculazione delle particelle in sospensione più fini.

Durante gli ultimi 100 anni infine il delta del Tevere ha subito vistosi cambiamenti, come testimoniato dalla migrazione della linea dell'apice deltizio. La ricostruzione molto dettagliata del movimento della linea di costa è stata realizzata da Bellotti et al. (1997) grazie alla consultazione delle carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare Italiano e delle foto aeree.

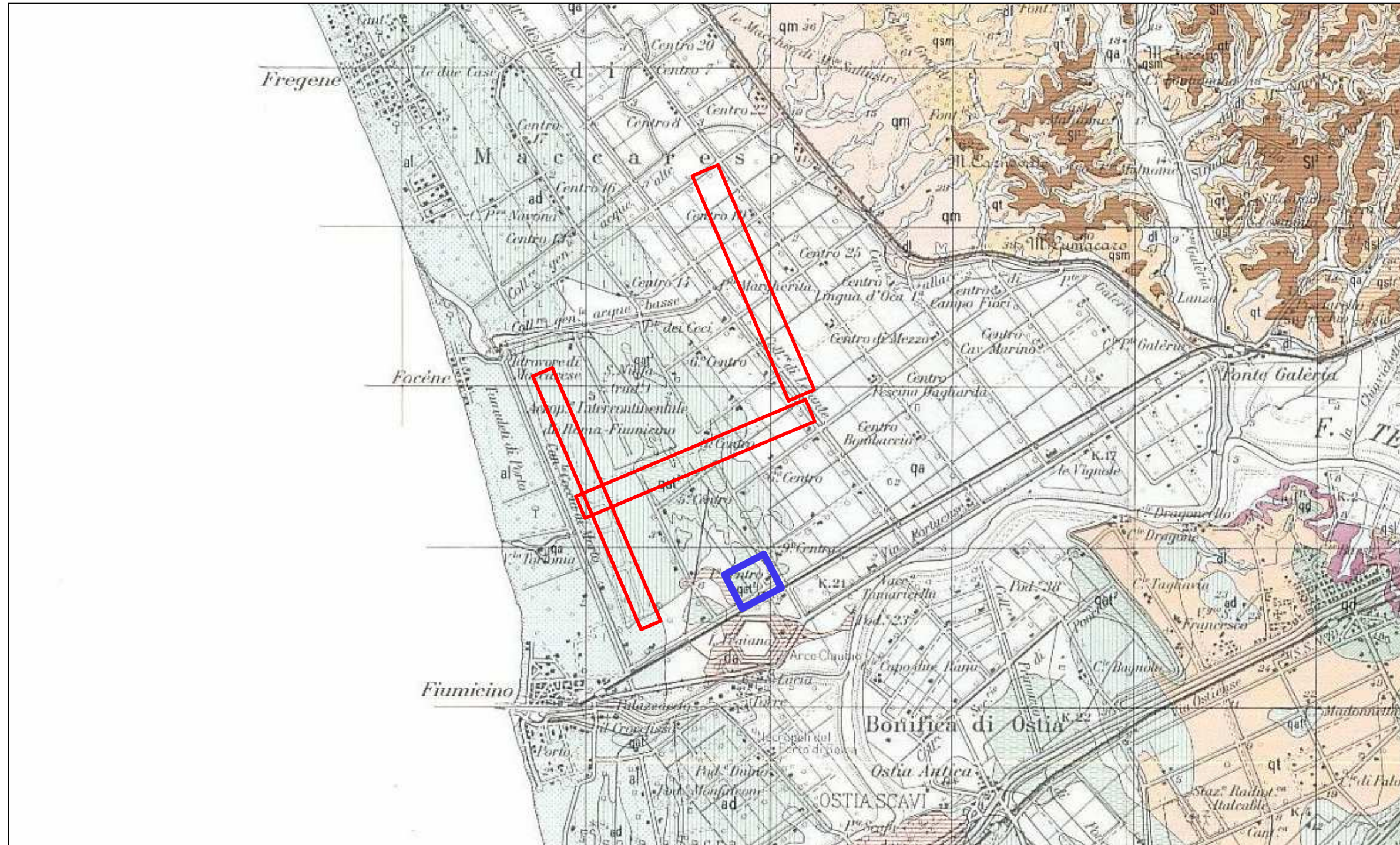


Figura 4 - CARTA GEOLOGICA GENERALE

Stralcio di carta litostratigrafica dell'area prossima alla foce del Tevere (Ventriglia, 1980)

Legenda: al - depositi di spiaggia; ad - dune costiere sabbiose; qat2 - depositi alluvionali antichi, prevalentemente granulari. qa - : depositi di piana alluvionale, da fini a granulari. da - : discariche, argini fluviali, terrapieni; qt - depositi clastici eterogenei a tratti concrezionati.

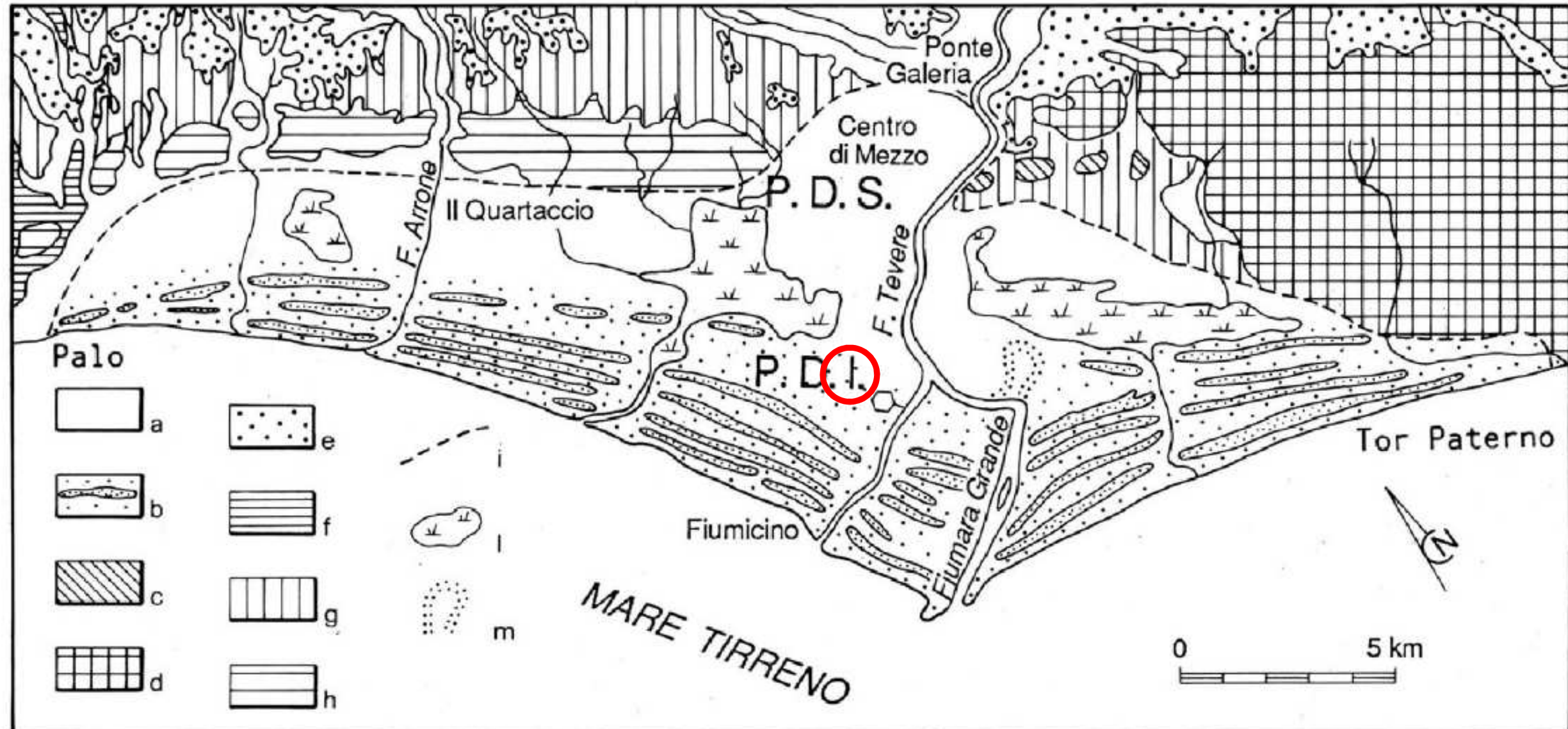


Fig. 1 – Distribuzione areale dei principali elementi morfologici della piana deltizia del Fiume Tevere e delle formazioni che affiorano sulle retrostanti colline pleistoceniche (Bellotti et alii, 1989). Legenda: a – alluvioni recenti; b – sedimenti dunari e interdunari recenti; c – alluvioni antiche; d – sabbie rossastre (dune antiche); e – piroclastiti pleistoceniche; f – travertini; g – argille, argille sabbiose, sabbie; lenti di ciottolame con abbondante malacofauna; h – ghiaie e ghiaie sabbiose poligeniche; i – limite interno del delta; l – antichi stagni bonificati; m – canali fluviali fossili.

Figura 5

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.20/68

5.2. Caratteri geologici e geomorfologici del delta del Tevere nel settore di Fiumicino

La progradazione della piana deltizia e l'attuale configurazione morfologica sono frutto dell'evoluzione avvenuta negli ultimi 4-5.000 anni, ovvero dalla stabilizzazione del livello del mare al termine dell'ultimo ciclo glacio-eustatico e sono controllate principalmente dagli apporti di sedimenti fluviali del Tevere e, in modo decisamente subordinato, da quello degli altri piccoli corsi d'acqua presenti nella piana. Da un punto di vista morfologico la piana deltizia può essere divisa in due settori distinti, indicativamente definiti piana deltizia superiore (P.D.S.) e piana deltizia inferiore (P.D.I.) (Bellotti et al., 1989).

La piana deltizia superiore si estende dal limite più interno del delta ai primi cordoni dunari; l'area risulta compresa tra l'allineamento "Palo - Ponte Galeria – Tor Paterno" e quello "Tor Paterno – Ostia Antica – Capo Due Rami alo". Essa è caratterizzata da una morfologia pianeggiante e monotona con quote massime non superiori ai 5 m e minime prossime ai -2 m. I terreni, di origine alluvionale e palustre, prevalentemente argillosi ed in parte torbosi, sono solcati da una fitta rete di canali di bonifica (Ostia e Maccarese).

In quest'area è avvenuto lo sviluppo della laguna, prima, e degli stagni poi, come meglio sarà descritto nel seguito. La piana deltizia inferiore è caratterizzata dall'ampia diffusione dei cordoni dunari, accresciutisi parallelamente alla linea di costa durante le varie fasi della progradazione.

Essi conferiscono all'area una morfologia relativamente accidentata con altezze variabili, che nella parte meridionale raggiungono i 10-12 m s.l.m. Risulta inoltre evidente la dicotomia dell'asta fluviale tiberina (Canale di Fiumara Grande e Canale di Fiumicino).

I cordoni dunari sono elementi morfologici presenti su ambedue le ali del delta, ma appaiono meglio sviluppati nel settore meridionale dove talvolta raggiungono altezze di 10- 12 m. I cordoni più interni presentano un andamento pressoché rettilineo circa NW-SE, limitando verso mare l'area degli antichi stagni; i cordoni più recenti presentano invece un andamento arcuato parallelo all'attuale linea di costa cosicché questo ambiente si sviluppa per una fascia di 4 km all'interno della costa e si restringe a circa 500 m nelle aree più distali dalle foci. Buona parte dei cordoni dunari è stata spianata dalla spinta urbanizzazione e dall'uso agricolo del territorio; la restante parte è coperta da macchia mediterranea o da pinete di impianto artificiale.

Con riferimento all'andamento dei cordoni litorali è stato verificato che vi sono gruppi di cordoni litorali affioranti al piano campagna che costituiscono insieme omogenei: questi indicano otto diverse fasi di pro gradazione ed alcune fasi di arretramento. Le datazioni dei cordoni litorali sono state ottenute grazie alla presenza di manufatti archeologici ed a i rapporti tra i sedimenti dei cordoni litorali e palustri del delta interno, datati con il radiocarbonio. Nello schema allegato sono cartografati i vari guppi omogenei di cordoni litorali presenti nella porzione centrale del delta.

Nelle aree retrodunari, fino a circa un secolo fa, ai lati del canale fluviale, erano presenti ampie aree lagunari e palustri che hanno avuto nel tempo estensioni variabili e comunicazioni più o meno ampie col mare.

Il bacino in riva destra del Tevere, detto Stagno di Ponente (o di Maccarese) era il più grande e si estendeva nell'area oggi occupata dall'Aeroporto di Fiumicino, fin quasi al Fosso Arrone, con uno o due collegamenti col mare. Il bacino in riva sinistra, detto Stagno di Levante (o di Ostia), era situato alle spalle di Ostia Antica, si estendeva verso sud per almeno 6 km.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.21/68

Entrambi i bacini sono stati parzialmente usati come saline durante il periodo romano e in periodi più recenti. Altri bacini più piccoli erano inoltre presenti a nord dell'Arrone. Attualmente le aree retrodunari sono completamente bonificate e ai bacini lagunari si è sostituita una fitta rete di canali estesa fino ai confini interni della piana deltizia.

L'attuale conformazione del Delta Tiberino è il risultato di una serie di eventi che si sono succeduti nei millenni a partire dalla fine della massima espansione dei ghiacciai, avvenuta circa 18.000 anni fa. In conseguenza di ciò, l'assetto geologico di questo corpo sedimentario risulta assai complesso (Bellotti et alii, 1995).

Dopo il sollevamento regionale che pose fine ai bacini del Pliocene superiore, fenomeni di subsidenza consentirono la ripresa della sedimentazione in un bacino a occidente di Roma.

Si instaurò successivamente la sedimentazione siciliana che, nell'area prossima al Delta del Tevere, è ben rappresentata dalla formazione di Ponte Galeria, in gran parte costituita da ghiaie e sabbie, chiusa alla sommità da facies lagunari con evidenti influssi fluviali attribuiti alla foce del paleo-Tevere.

Questa formazione rappresenta un intero ciclo trasgressivo regressivo la cui parte sommitale sembra già appartenere al Pleistocene medio ed è ricoperta dai primi prodotti del vulcanismo sabatino. Sempre nel Pleistocene medio sono stati riconosciuti altri due cicli trasgressivo-regressivi stratigraficamente ben definiti grazie alla intercalazione di prodotti vulcanici sabatini ed albanici.

Al Tirreniano I sono invece ascritti i sedimenti costituenti il terrazzo presente tra Cerveteri e il corso del Fiume Tevere al di sotto dei 35 m s.l.m. Le successive fasi tirreniane sono più evidenti a sinistra del Tevere con sedimenti eolici della "Duna Rossa Antica". Pur essendo stato riconosciuto nel glacioeustatismo il principale responsabile della formazione dei cicli successivi al Pleistocene inferiore dell'area romana, va ricordato che fasi di sollevamento crostale sono state individuate nel Pleistocene medio e nel Tirreniano (Giordano et alii, 2003; Malatesta & Zarlenga, 1986).

I dati stratigrafici utilizzati nello studio delle facies provengono dall'osservazione di terreno e dall'analisi di numerosissimi sondaggi effettuati nell'area. Tali sondaggi, quasi sempre eseguiti per scopi geognostici e per ricerche idriche, non sono equamente distribuiti ma risultano maggiormente addensati lungo i tratti autostradali, le linee ferroviarie e nell'area dell'Aeroporto di Fiumicino.

Si osserva come i terreni limoso-argillosi plio-pleistocenici costituiscano un basamento comune esteso con continuità, con quote prossime ai -40 m s.l.m. in corrispondenza della costa; esso va poi innalzandosi verso l'entroterra fino a quote di +15 m s.l.m. in corrispondenza della dorsale Acilia - Castel Porziano (Alberti et alii, 1967).

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.23/68

grossolane con ghiaietto nelle zone costiere (spessore 3-5 m); i depositi presentano una giacitura degradante verso SW.

Al tetto della successione di Ponte Galeria è riconoscibile una superficie di discordanza che è stata riferita alla fase di low-stand dell'ultimo periodo glaciale, sulla quale si imposta la successione sedimentaria olocenica del delta tiberino.

Nell'ambito del Complesso Deltizio del Fiume Tevere, con il quale si identifica l'insieme degli ambienti che si sono andati formando a seguito della risalita post glaciale del livello marino e del successivo stazionamento in una zona i cui limiti coincidono con quelli dell'attuale piana deltizia, sono state riconosciute diverse litologie riconducibili a depositi fluviali, di laguna costiera e marini.

Nelle aree non interessate dal corpo sedimentario del delta, si succedono sabbie, sabbie fini e sabbie argillose, talvolta con lenti di torba, probabilmente interessate da superfici d'erosione dei terrazzi marini pleistocenici.

5.3. Caratteri geologico-stratigrafici e geomorfologici dell'area aeroportuale

L'area oggetto del presente studio è parte integrante dell'estesa pianura costiera che dalla foce del Tevere arriva fino all'altezza degli abitati di S. Severa e S. Marinella, chiusa verso l'interno dalle colline plio-pleistoceniche e separata dal mare dalla lieve ondulazione della Duna Antica che raggiunge il massimo risalto morfologico proprio all'altezza dell'area di studio, tra Fregene e Maccarese con quote massime di 8 m s.l.m.

Il territorio in esame si colloca in un settore della piana deltizia che può ritenersi distribuito a cavallo tra la piana deltizia superiore (P.D.S.), prevalentemente occupata da depositi di origine alluvionale e palustre, prevalentemente argillosi ed in parte torbosi, e la piana deltizia inferiore (P.D.I.), in cui prevalgono invece i cordoni dunari, accresciutisi parallelamente alla linea di costa durante le varie fasi della progradazione.

All'interno del cordone dunale, la pianura mostra un andamento clinometrico che a grande scala appare del tutto omogeneo, con una debole vergenza verso la linea di costa, ma questo andamento d'insieme è in realtà leggermente articolato dalla presenza di tre diversi ordini di gradini morfologici, corrispondenti ad altrettanti terrazzi marini posti a quote crescenti dalla costa verso l'entroterra. Il primo di questi terrazzi (che è anche quello maggiormente esteso) è posto ad una quota di appena 2-3 m s.l.m.; quello intermedio si sviluppa tra 6 e 8 m s.l.m., mentre quello più interno raggiunge gli 11-12 m s.l.m. e segna il passaggio ai terreni più antichi.

L'area di progetto è posizionata esternamente a questa serie di terrazzi marini, in corrispondenza di quella fascia di territorio ampia circa 2 km e compresa tra il primo ordine di terrazzi marini e il cordone dunale, che risulta caratterizzata da quote altimetriche prossime al livello del mare o addirittura inferiori, che in passato hanno creato condizioni idonee per l'instaurarsi di bacini lacustri che in epoca storica, sono stati interessati dai diffusi interventi di bonifica.

Il quadro lito-stratigrafico dell'area di progetto deriva dall'analisi delle risultanze delle indagini effettuate nell'ambito delle numerose campagne di indagine eseguite sul territorio su cui ricade l'aeroporto di Fiumicino, che hanno interessato sia il settore attualmente occupato dalle piste

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.24/68

di decollo e atterraggio, sia il settore distribuito a sud della pista n.2 (area Cargo City e Molo C), sia infine l'area corrispondente ad alcuni settori dell'HUB distribuito a sud dell'air side.

In relazione al quadro complessivo dei dati geologico-stratigrafici attualmente esistenti, il comparto territoriale oggetto del presente lavoro può considerarsi caratterizzato dalla presenza di diversi ambienti deposizionali che hanno portato alla scomposizione dello stesso in settori lito-stratigraficamente differenziati. Tralasciando le sabbie di spiaggia della fascia più prettamente costiera e i sedimenti terrazzati delle colline plioceniche, non direttamente ricadenti nell'areale di studio, due risultano essere i principali domini litologici affioranti :

- **l'ambito della duna costiera;**
- **l'ambito delle alluvioni recenti.**

L'ambito della duna costiera interessa tutto il settore centrale e occidentale dell'area aeroportuale ed è marcatamente segnato dall'affioramento di sabbie a diverso grado di addensamento.

L'ambito delle alluvioni recenti interessa invece tutta la parte centrale e, soprattutto, orientale del settore su cui ricade l'aeroporto di Fiumicino ed è caratterizzato da una maggiore e più superficiale presenza di litologie coesive e da depositi di torbe e argille ad elevato contenuto organico.

Con riferimento ai depositi più recenti più superficiali, il settore centro-orientale dell'area è prevalentemente caratterizzato dalla presenza di formazioni di origine palustre e fluvio-palustre, prevalentemente costituiti da limi argillosi grigio-nerastri di natura organica associati ad argille limose con livelli di torba da soffici a poco consistenti, talvolta sormontati da livelli di torba marrone-nerastra. Al tetto possono essere presenti livelli coesivi limo-argillosi leggermente più consolidati per essiccamento.

Nella parte occidentale e centro-occidentale prevalgono invece depositi sabbiosi prevalentemente di duna costiera e, subordinatamente, fluviali, rappresentati da sabbie medio-fini di colore avana o marrone-avana, da mediamente addensate a addensate, a luoghi debolmente limose.

Tenuto conto della ricostruzione dei dati geologico-stratigrafici a disposizione, il passaggio dai depositi sabbiosi e sabbioso-limosi a quelli limo-argillosi organici è generalmente graduale ma, talvolta, anche repentino, in gran parte per eteropia laterale di facies, in relazione alla contemporanea presenza – praticamente fino in epoca storica, di un bacino lagunare più interno delimitato, verso mare, da un sistema di dune costiere.

La successione dei sedimenti sabbiosi e limo-argilloso-torbosi di più recente deposizione poggia a sua volta su una articolata ed eterogenea successione di depositi marini e alluvionali più antichi di età verosimilmente compresa tra il Pleistocene superiore e l'Olocene, rappresentati da litologie variabili dalle argille-limose e limi argillosi ricchi di gusci di bivalvi e, talora, con materia organica, da mediamente consistenti a consistenti, alle sabbie da grigie a grigio-nerastre da medio-fini a grossolane, a luoghi ghiaiose, mediamente addensate. Seguono inferiormente ripetute alternanze tra depositi granulari di natura da sabbiosa a sabbioso-ghiaiosa fino a ghiaiosa e litotipi coesivi di natura limo-argillosa e argilloso-limosa, rinvenute fino alle massime profondità investigate, dell'ordine dei 70 metri dal p.c..

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.25/68

Alla luce di quanto emerso dai dati geognostici e dall'elaborazione di sezioni geologiche aventi direzione N-S ed E-W, i caratteri geologico-stratigrafici del sottosuolo nel settore occupato dall'aeroporto possono essere così sintetizzati:

- i depositi sabbiosi e sabbioso-limosi marini e di duna caratterizzano prevalentemente il settore centro-occidentale dell'area aeroportuale, con spessori dell'ordine dei 22-23 m. I valori di addensamento sono generalmente variabili, più elevati laddove prevalgono i depositi dunari, medi, dove sono presenti sabbie grigie da medio-fini a medio-grossolane marine;
- i depositi fini coesivi, di natura da limoso-argillosa a argilloso-limosa, organici, con livelli di torba, normalmente consolidati e molto teneri, occupano soprattutto una fascia allungata da WSW verso ENE comprendente il settore centrale ed orientale dell'area aeroportuale, con spessori non elevati ad W, intorno ai 3-5 metri, e via via crescenti spostandosi verso est, dove raggiungono i 18-27 metri nel settore dove ricade la pista di decollo 3.
- il complesso sabbioso poggia su una successione di depositi fini costituiti da limi argillosi e argille limose grigi ricchi di gusci di bivalvi, talora con materia organica, a luoghi sabbiosi, da mediamente consistenti a consistenti;
- i sedimenti limo-argilloso-torbosi di ambiente palustre-lacustre presenti nella parte superiore della successione nel settore orientale giacciono o su litotipi granulari rappresentati da sabbie fini o medio fini fino a medio grossolane grigie, mediamente addensate, o anch'essi direttamente su una successione di depositi coesivi limo-argillosi di maggiore consistenza, che costituisce praticamente gran parte della porzione inferiore della successione stratigrafica locale. In profondità detti depositi fluvio-palustri si estendono a profondità variabili fino a 65-70 m da p.c.; l'ambiente deposizionale è tipicamente lagunare costiero;
- nell'ambito della successione dei depositi olocenici del delta tiberino sono noti almeno due eventi sedimentari con deposizione di sedimenti grossolani costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose. Il tetto di un orizzonte di ghiaie è stato intercettato unicamente nel settore orientale, laddove una perforazione ha attraversato ghiaie sabbiose a profondità di circa -72 m dal p.c... Dati di letteratura riferiti a precedenti campagne di indagine riferiscono della presenza di ghiaie a diverse profondità all'interno del settore aeroportuale: nel settore attualmente occupato dalla pista 3 giacciono a profondità di -42 metri dal piano campagna, mentre, più a sud, nell'area occupata da cargo city, si segnalano ghiaie a profondità comprese tra -68 e -74 m dal piano campagna.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.26/68

6. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Il modello geologico del sottosuolo nell'area di progetto è stato definito tenendo conto dei dati geognostici ottenuti da prove in sito effettuate in sede di progettazione esecutiva (2018) e da indagini pregresse relative alla adiacente area di intervento, riferite al progetto di una Sottostazione Elettrica di trasformazione alta tensione/media tensione, ubicata in via V.Lunardi.

Si riporta una planimetria complessiva di ubicazione delle indagini geognostiche complessivamente effettuate nell'area di progetto.

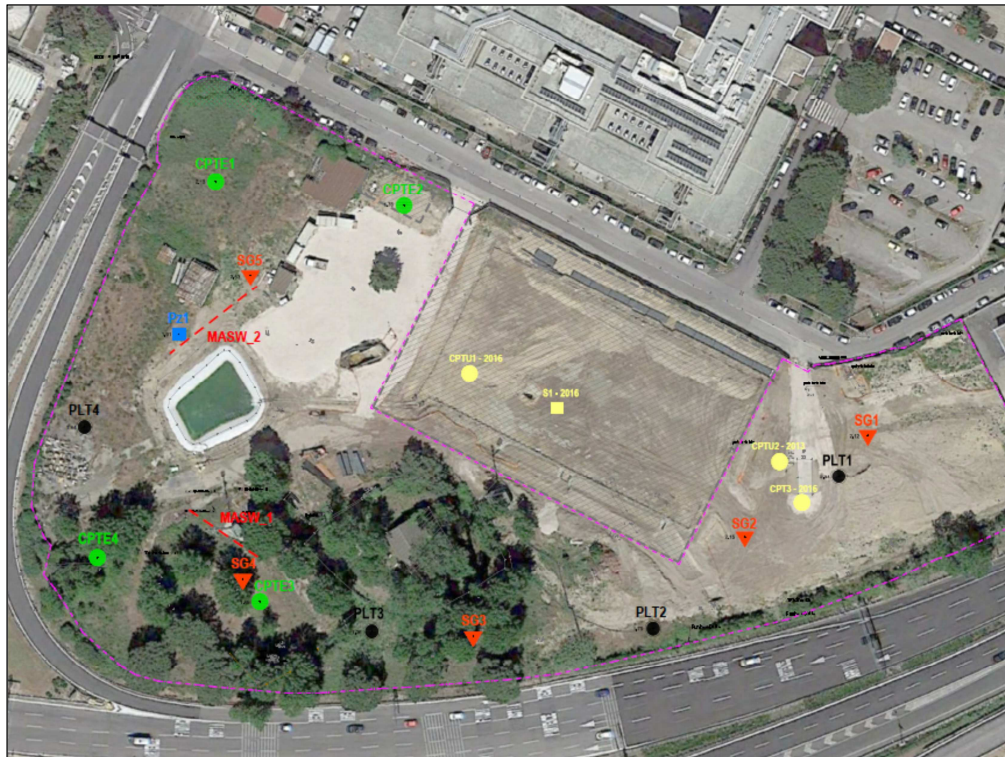


Figura 7 - Ubicazione indagini geognostiche

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.27/68



Figura 8 - Ubicazione area di progetto

Il profilo stratigrafico e il modello geologico-tecnico del sottosuolo può essere rappresentato da una successione litostratigrafica piuttosto omogenea, prevalentemente costituita da una sequenza di sabbie più o meno limose a diverso grado di addensamento, sciolte o poco addensate negli strati superiori, via via più addensate all'aumentare della profondità da piano campagna.

In relazione ai risultati complessivi delle indagini dell'adiacente area occupata dalla centrale elettrica, si è ottenuto un modello geologico-tecnico del sottosuolo fino a profondità dell'ordine dei 35-37 m da p.c., che può essere così definito:

- **tra 0 e 2.7 m circa da p.c.:** riporto antropico costituito da ghiaie eterometriche in matrice sabbioso-limosa, talora con intercalazioni di riporti limo-argillosi e sabbiosi con frammenti di laterizi.
- **Tra 3 m e 22-26 m circa da p.c.:** Sabbie e sabbie limose, di colore variabile da marrone-nocciola, a grigio chiaro, a grigio scuro - nerastro; presentano localmente componente accessoria di ghiaia m/f arrotondata. Localmente si individuano lenti e livelli decimetrici di limi argillosi nerastrati, organici, principalmente tra 8 e 10 m di profondità. L'ambiente deposizionale è riconducibile a cordoni dunari di ambiente costiero e retrocostiero. In profondità è possibile il passaggio ad un ambiente di barra deltizia in ambiente deltizio progradante. Presentano livello di addensamento piuttosto

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.28/68

modesto fino a circa 8-10 m di profondità, maggiore nella porzione inferiore della successione.

- **tra 22-26 m e 33-34 m circa da p.c.:** limi argillosi e argille limose grigie, mediamente consistenti, plastiche, con presenza di frammenti conchigliari e resti torbosi sparsi. Sono presenti localmente intercalazioni di livelli e strati sabbiosi e sabbiosi limosi di modesto spessore, al cui interno sono state individuate localmente sacche di gas.

Tenuto conto dei risultati delle indagini di cui si dispone, unitamente alle informazioni bibliografiche discusse precedentemente, è ipotizzabile un ambiente tipicamente lagunare costiero. Non si può escludere che parte dei depositi possa essere riconducibile a un complesso di transizione - piattaforma marina.

Tra i 33-34 m e 37 m di profondità (v. CPTU2 – Geostudi 2013) si individua uno strato sabbioso e sabbioso-ghiaioso.

Con riferimento alle prove penetrometriche CPTU della campagna 2018, realizzate in fase di progettazione esecutiva, il modello geologico-tecnico relativo a ciascuna verticale è rappresentato come segue.

Unità Geologica	Profondità tetto (m)	Profondità letto (m)	Resistenza alla punta qc (valore medio in MPa)
PROVA CPTU1			
Terreni di riporto	0.0	1.90	
Unità Ss – Sabbie e sabbie limose sciolte o poco addensate	1.90	3.50	3-5
Unità S – Sabbie medio-fini mediamente addensate, localmente addensate	3.50	7.5	7-12
Unità Ss – Sabbie e sabbie limose sciolte o poco addensate	7.5	8.5	2-4
Unità S – Sabbie medio-fini debolmente limose mediamente addensate o addensate	8.5	15.5	8-10

Unità Si – Sabbie medio-fini mediamente addensate, localmente addensate	15.5	18.3	13-14
Unità Ss – Sabbie e sabbie limose sciolte o poco addensate	18.3	20	4-6

Tabella 1 – Modello geologico del sottosuolo – CPTE1

Unità Geologica	Profondità tetto (m)	Profondità letto (m)	Resistenza alla punta qc (valore medio in MPa)
PROVA CPTE2			
Terreni di riporto	0.0	1.50	
Unità Ss – Sabbie e sabbie limose sciolte con orizzonti coesivi centimetrici teneri	1.50	4.00	1.5-3
Unità S – Sabbie medio-fini da poco a mediamente addensate con livelli limo-argillosi decimetrici mediamente consistenti	4.00	15	6-8
Unità Si – Sabbie medio-fini debolmente limose da mediamente addensate a addensate	15	20	10-12

Tabella 2 – Modello geologico del sottosuolo – CPTE2

Unità Geologica	Profondità tetto (m)	Profondità letto (m)	Resistenza alla punta qc (valore medio in MPa)
PROVA CPTE3			
Terreni di riporto	0.0	1.50	
Unità Ss – Sabbie e sabbie limose sciolte	1.50	4.50	3-5
Unità S – Sabbie medio-fini da poco a mediamente addensate con orizzonti limo-argillosi	4.50	14.5	7-8
Unità Si – Sabbie medio-fini debolmente limose da mediamente addensate a addensate (orizzonti limo-argillosi tra 18.5 e 20 m)	14.5	20	11-15

Tabella 3 – Modello geologico del sottosuolo – CPTE3

Unità Geologica	Profondità tetto (m)	Profondità letto (m)	Resistenza alla punta qc (valore medio in MPa)
PROVA CPTE4			
Terreni di riporto	0.0	2.70	
Unità Ss – Sabbie e sabbie limose sciolte	2.70	3.70	2.5-3

Unità S – Sabbie medio-fini da poco a mediamente addensate con orizzonti limo-argillosi	3.70	16.5	4-7
Unità Si - Sabbie medio-fini debolmente limose da mediamente addensate a addensate	16.5	20	8-12

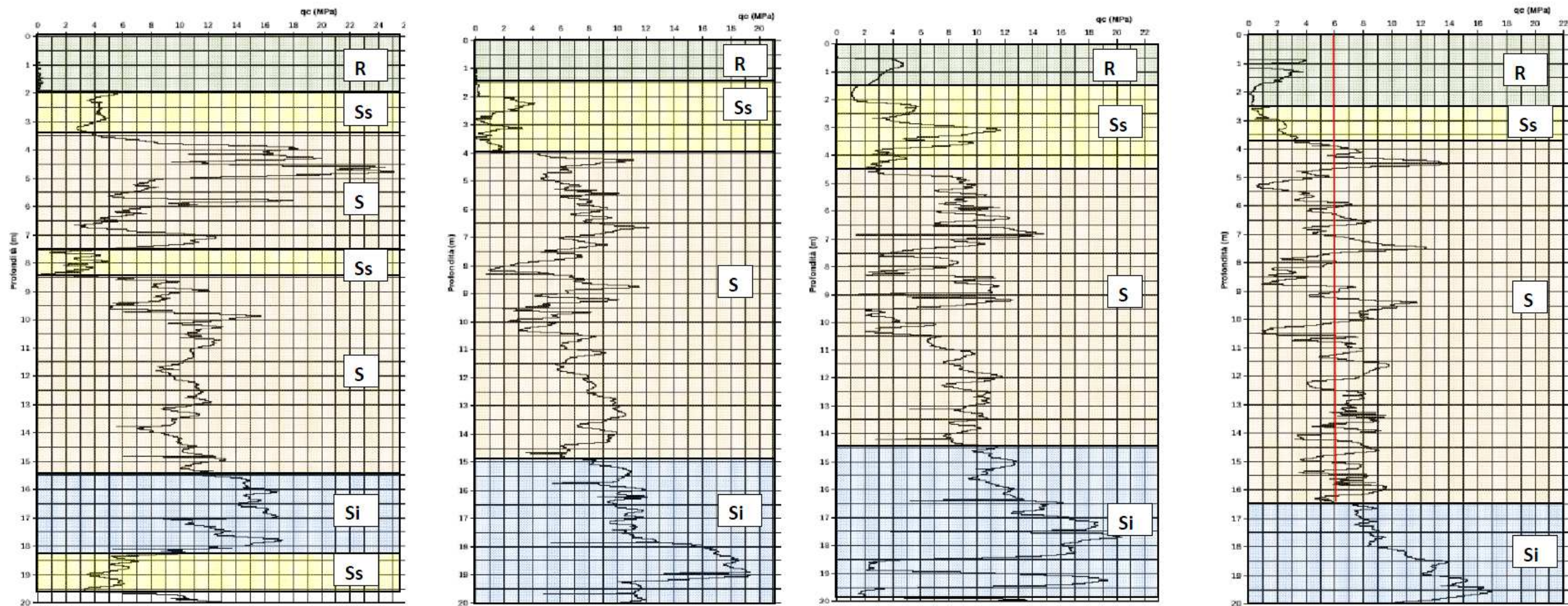
Tabella 4 – Modello geologico del sottosuolo – CPTE4

Per quanto riguarda la presenza di riporti, i risultati dei 5 carotaggi (SG1-SG5) hanno consentito di valutare nel dettaglio gli spessori e le caratteristiche della coltre antropica, che caratterizza l'intero settore di progetto.

Lo spessore dei terreni di riporto in corrispondenza delle diverse verticali di indagine, in sostanziale accordo con i dati forniti dalle prove CPTE, è rappresentato nella seguente tabella.

Sondaggio o carotaggio	Spessore (m)	Litologia dei terreni di riporto
SG1 (2018)	2.20	Riporto sabbioso-limoso-ghiaioso con rari laterizi e locali trovanti bituminosi
SG2 (2018)	2.20	Riporto ghiaioso in matrice sabbioso-limosa con clasti poligenici e resti di cls
SG3 (2018)	1.80	Riporto da sabbioso-limoso con clasti a argilloso limoso-sabbioso con clasti, locali laterizi e resti vegetali
SG4 (2018)	1.50	Riporto da sabbioso-limoso con clasti poligenici a pozzolanaceo ghiaioso fino ad argilloso con locali laterizi
SG5 (2018)	2.80	Riporto sabbioso-limoso-ghiaioso con porzioni limo-argillose subordinate. Ingloba clasti centimetrici e locali laterizi. Terreno vegetale al tetto (20 cm)
S1 (2016)	2.8	Riporto costituito da ghiaia eterometrica ed evoluta con elementi calcarei e silicei in matrice sabbioso-limosa di colore avana e grigio

Tabella 5 – Spessore e caratteristiche litologiche dei terreni di riporto



DIAGRAFIE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT - MODELLO GEOLOGICO-TECNICO

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.33/68

7. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E INTERAZIONI CON LA FALDA IDRICA

Dal punto di vista idrogeologico generale, sono stati individuati numerosi complessi acquiferi ospitanti falde libere o semiconfiniate sostenuti da un comune basamento limoso-argilloso plio-pleistocenico. Tale basamento risulta caratterizzato da una dorsale con direttrice parallela alla costa, che va da Acilia a Pomezia, passando per Castel Porziano, che è incisa a NE dalla Valle di Malafede e verso W degrada nella paleo valle tiberina, ove si deprime fino a quote di 70-80 m sotto l'attuale livello del mare a nord di Fiumicino.

Per quanto concerne i caratteri idrogeologici del sottosuolo all'interno dell'area di stretto interesse progettuale, si è in presenza di due differenti complessi, tra loro idraulicamente interconnessi :

- **complesso dei depositi fluvio-palustri**
- **complesso delle sabbie dunari e costiere**

Il complesso dei depositi fluvio-palustri comprende i terreni compresi tra le colline e la fascia del cordone dunare costiero e dell'immediato entroterra ed è caratterizzato da terreni a granulometria molto variabile, con una prevalenza di litologie sabbiose nella porzione sommitale, che lasciano il passo a sedimenti prevalentemente limosi e limo-argillosi presenti in profondità, caratterizzati da bassa e bassissima permeabilità. IL complesso è caratterizzato complessivamente da circolazione idrica praticamente assente (acquiclude).

In realtà, all'interno di tali depositi si individuano localmente intercalazioni, lenti e strati di depositi granulari, sabbiosi e sabbiosi limosi, di spessore da decimetrico a metrico. Tali livelli presentano una trasmissività variabile da bassa a media, e possono dare origine a limitate falde locali confinate, laddove si riscontri una sufficiente continuità laterale degli stessi.

Il *complesso delle sabbie dunari* e costiere è costituito dai depositi sabbiosi presenti in superficie (sotto il riporto antropico) fino a 21-24 m di profondità ed è caratterizzato da sabbie sciolte o mediamente addensate a permeabilità bassa o media, appoggiate sui sedimenti meno permeabili dei depositi fluvio-palustri.

Prove di permeabilità in foro condotte nel corso di perforazioni geognostiche, limitate alla porzione più superficiale dei depositi, indicano valori di k compresi tra 10^{-5} e 10^{-7} m/s (ADR Engineering, 2013 - campagna Geostudi).

La circolazione idrica sotterranea è risultata articolata su due diversi livelli acquiferi: il primo in corrispondenza dei sedimenti sabbiosi riconducibili alle sabbie dunari e costiere, il secondo negli orizzonti sabbiosi e ghiaiosi più profondi presenti a profondità superiori a 32-34 m.

La falda più superficiale, quella nelle sabbie, presenza soggiacenze che nel settore occupato dalle piste di decollo e atterraggio raggiungono financo i 50 cm.

Nelle sabbie e ghiaie profonde contenute nei depositi fluviopalustri è invece presente un secondo livello acquifero che si configura come un acquifero multistrato con i due strati separati dalle formazioni impermeabili costituite da argille e limi sabbiosi, talvolta ad elevato contenuto organico, ma che localmente può esser anche in continuità idraulica; lo strato ghiaioso più

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.34/68

profondo è risultato essere in pressione, artesiano, con quota piezometrica localmente a quota campagna.

Con riferimento ai caratteri idrogeologici dell'area di progetto e alle possibili interferenze tra la falda e le opere di progetto, si dispone delle misure del livello piezometrico eseguite nel piezometro PZ1, eseguito nella campagna di indagini 2018, e del livello di falda misurato nel sondaggio S1 del 2016, ubicato nelle adiacenze del settore in studio.

In entrambi i casi, viene intercettata una falda superficiale all'interno dei depositi sabbiosi, il cui pelo libero è distribuito a profondità comprese tra -1.70 m (S1-2016) e -2.30 m (Pz1) dal piano campagna.

In relazione alle quote topografiche dell'area, l'acquifero superficiale si posiziona a quote prossime a quelle del livello del mare (0.00/-0.4 m s.l.m.).

Si prevedono pertanto interferenze significative con la falda nel corso degli scavi, essenzialmente per quel che riguarda la realizzazione delle vasche interrato previste da progetto, le cui quote di fondo scavo sono previste intorno a 4-5 m dal piano campagna

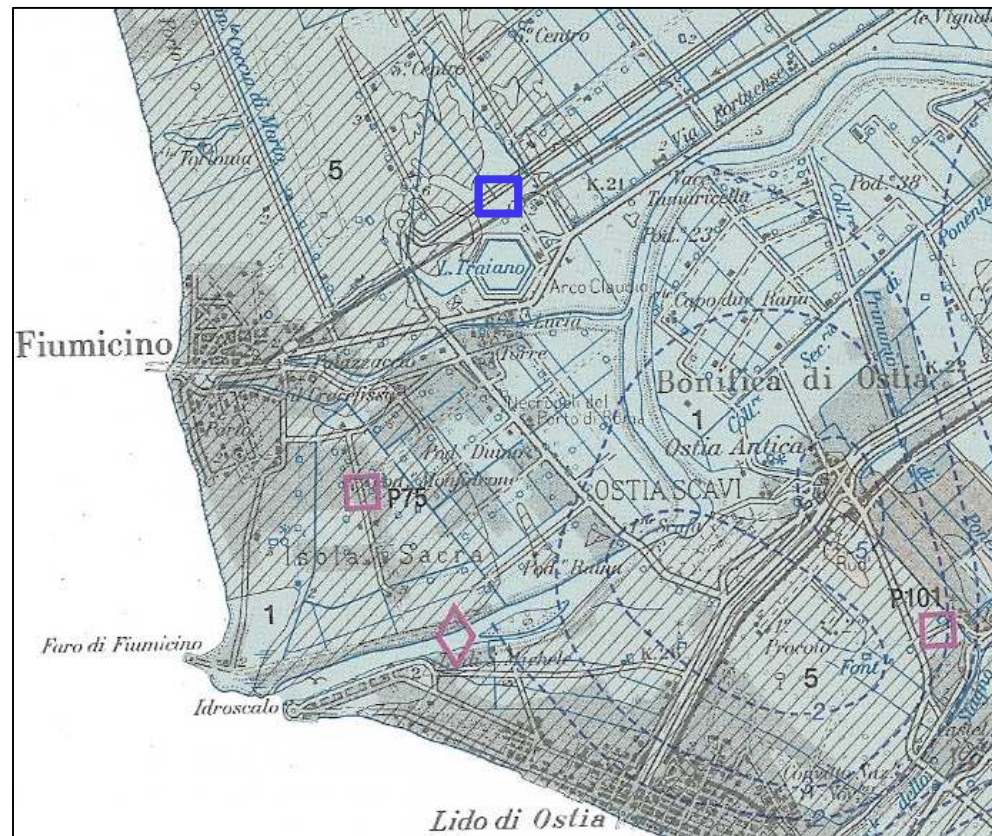


Figura 9 - Carta idrogeologica dell'area deltizia del Tevere (estratta da Capelli et al., 2012). Nel riquadro, l'area di interesse progettuale

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001
			pag.36/68

8. CARATTERI GEOTECNICI DEL SOTTOSUOLO

Con riferimento alla porzione superiore della successione stratigrafica, nel settore di progetto è presente un potente corpo sabbioso, comprendente sabbie fini, debolmente limose, sature, poco o non plastiche, il cui spessore valutato sulla base delle indagini eseguite in adiacenza al settore di cui trattasi è dell'ordine dei 22-26 m.

Tali depositi poggiano sui termini inferiori limo-argilloso-sabbiosi della precedente facies lagunare.

I depositi sabbiosi e sabbioso-limosi sono caratterizzati da livelli di addensamento modesti nella parte superiore, tra la base dei riporti e profondità di circa 5 m; la porzione media e inferiore della sequenza sabbiosa presenta invece un livello di addensamento medio, fino alla base della successione, individuata a profondità dell'ordine dei 22-26 m da p.c.

A profondità superiori a 16-17 m è presente un banco di sabbie di 3-4 m caratterizzato da un modesto incremento delle caratteristiche meccaniche, cui seguono nuovamente depositi granulari mediamente o poco addensati.

Una caratterizzazione in chiave geotecnica del sottosuolo, in termini di definizione delle caratteristiche di addensamento e di resistenza dei depositi di natura sabbiosa, è stata ottenuta attraverso alcune correlazioni geotecniche che utilizzano i valori di resistenza alla punta Q_c ottenuti dalle prove penetrometriche statiche CPTe.

Con riferimento alle prove penetrometriche SPT eseguite nel sondaggio S1_2016, si osservano valori di N30 non elevati soprattutto nella porzione superiore della successione, compresi tra 8 e 10 colpi. Nella parte inferiore, da profondità di circa 10 m, si assiste ad un moderato incremento del numero di colpi N30, che si attestano nell'intervallo tra 25 e 33 colpi, anche per effetto della presenza di limo e di tritume conchigliare.

Ulteriori considerazioni sullo stato di addensamento della successione sabbiosa sono state desunte tenendo conto dei valori di resistenza alla punta q_c ottenuti dalle prove penetrometriche statiche CPTe eseguite nella campagna 2018 (Servizi geotecnici srl), che hanno integrato le precedenti prove CPTU della adiacente area destinata alla centrale elettrica.

I valori di resistenza alla punta Q_c forniti dall'indagine sono risultati complessivamente non elevati per buona parte delle profondità indagate e soprattutto nella parte superiore della sequenza sabbiosa, ad evidenziare un livello di addensamento del materiale nel complesso non elevato. Tali depositi sono infatti caratterizzati da valori di resistenza alla punta compresi in un range tra 2.5-4.0 MPa, nei primi 2.5-4 metri, e 5-10 Mpa, a maggiore profondità, ad indicare rispettivamente litotipi in prevalenza poco addensati, superiormente, fino a mediamente addensati, nella porzione inferiore. A profondità variabile da 14.5 e 16 m, e per circa 3-4 m, si assiste ad un moderato incremento del valore di q_c , dell'ordine di 12-14 MPa.

Dal punto di vista stratigrafico, l'esame dei logs stratigrafici di gran parte del settore di progetto ha evidenziato una successione priva di particolari disomogeneità soprattutto dal punto di vista

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001
			pag.37/68

granulometrico, essendo rappresentata da una sequenza di depositi sabbiosi da debolmente limosi a limosi, di colore grigio prevalentemente grigio o grigio avana.

Sinteticamente, per gran parte del settore di progetto, il **modello geotecnico del sottosuolo** può essere schematizzato dalle seguenti Unità, dall'alto verso il basso:

- Da 0 a 2.8 m di profondità dal piano campagna

Unità R – Terreni di riporto

- Da -2.8 m a circa -5 m

Unità Ss – Sabbie medio-fini debolmente limose sciolte o poco addensate

- **Qc = 2.5-4 MPa**

- Da -5 m a circa -15 m

Unità S – Sabbie medio-fini debolmente limose mediamente addensate

- **N_{30spt} = 8-24 colpi**
- **Qc = 5-10 MPa**

- Da circa -15 m a -18/-20 m

Unità Si – Sabbie medio-fini debolmente limose da mediamente addensate a localmente addensate

- **Qc = 12-14 MPa**

Le principali caratteristiche meccaniche del materiale sono state desunte utilizzando alcune correlazioni geotecniche tra i valori di resistenza alla punta qc ottenuti dalle prove penetrometriche statiche CPTe e l'andamento della pressione verticale efficace. L'angolo di resistenza al taglio del materiale indagato, in particolare, è stato valutato attraverso due categorie di metodi: i metodi di correlazione diretta $R_p-\phi$ e i metodi di correlazione indiretta. Tra i metodi di correlazione diretta $R_p-\phi$ sono stati ritenuti più attendibili quelli che esprimono ϕ anche in funzione della pressione efficace agente sullo strato.

I valori di resistenza alla punta Qc forniti dall'indagine sono risultati complessivamente non elevati, ad evidenziare un livello di addensamento del materiale variabile da modesto a medio. Valori piuttosto ridotti caratterizzano invece le sabbie dell'unità Ss, in cui la resistenza alla punta qc è mediamente attestata nell'intervallo di 2.5-4 Mpa.

Una stima delle caratteristiche granulometriche del materiale è stata ottenuta dalle risultanze delle prove penetrometriche statiche CPTe utilizzando il diagramma di Figura 10, da cui si

evidenzia l'appartenenza dei litotipi in studio al campo delle sabbie metastabili e dei terreni misti sensitivi.

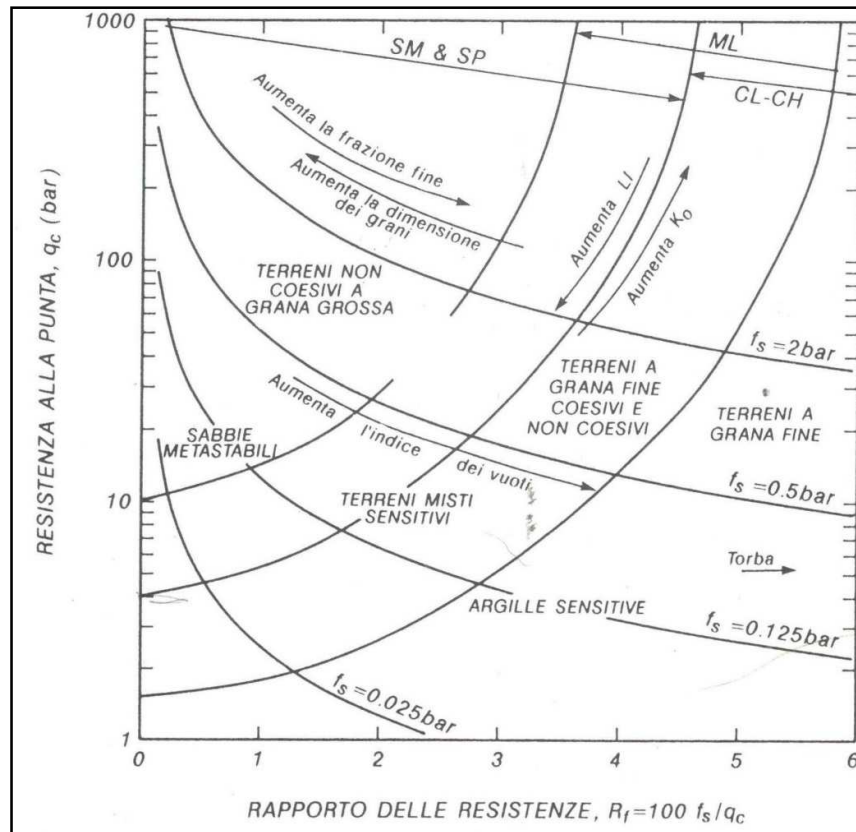


Figura 10 - Guida per la classificazione dei terreni da risultati di prove CPT con punta elettrica standard (Douglas, Olsen - 1981)

Una valutazione del grado di addensamento dei litotipi delle Unità geotecniche in esame è stata definita sulla base delle correlazioni espresse nel diagramma di Figura 11, che mostra la relazione tra densità relativa, resistenza alla punta Q_c e pressione verticale efficace.

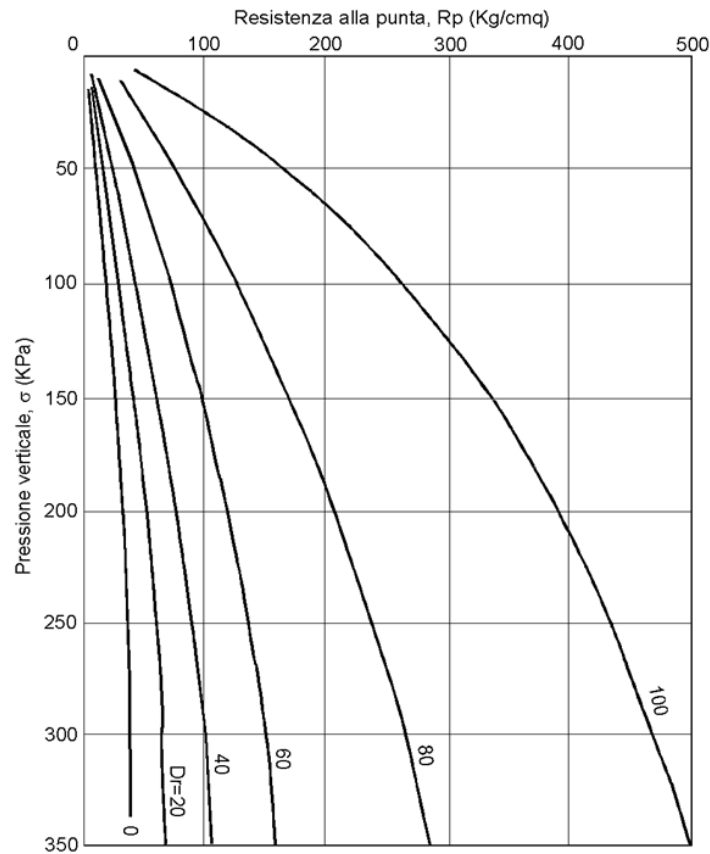


Figura 11 - Metodo di Schmertmann per la stima del valore di densità relativa da prove CPT in relazione alle pressioni efficaci agenti in sito

Per una valutazione della densità relativa sono state utilizzate le seguenti correlazioni geotecniche:

a) Harman

Il metodo è valido per le sabbie da fini a grossolane pulite, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati.

$$Dr(\%) = 34.36 \ln \left(\frac{Rp}{12.3\sigma^{0.7}} \right)$$

dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in kg/cm² e Rp(kg/cm²) la resistenza di punta media misurata nello strato.

b) Schmertmann

Si basa sulla seguente relazione:

$$Dr\% = -97.8 + 36.6 \ln Rp - 26.9 \ln \sigma$$

c) Lancellotta (1983)

$$D_R = -98 + 66 \log \frac{q_c}{\sqrt{\sigma'_v}}$$

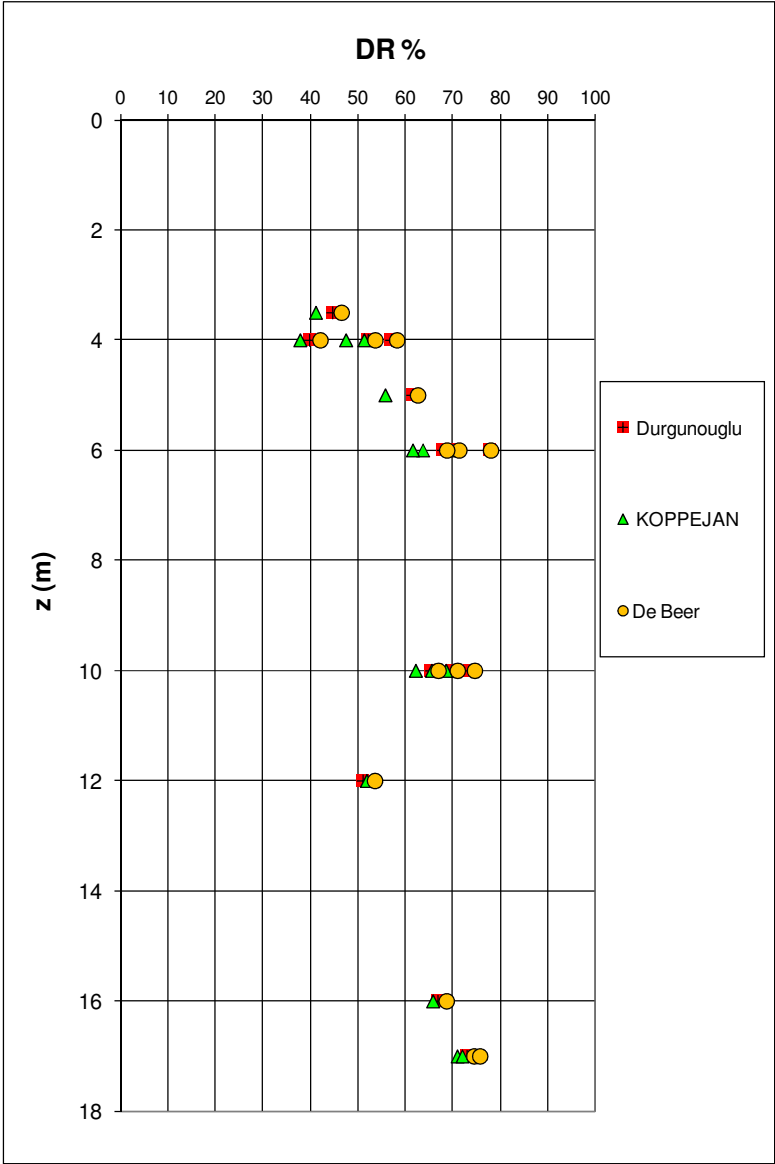


Figura 12 - Stima del valore di densità relativa da prove CPT in relazione alle pressioni efficaci agenti in sito

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001
			pag.41/68

Tenuto conto dei valori di Q_c mediamente riscontrati nelle diverse Unità geotecniche, le nuvole di punti si concentrano intorno a valori di densità relativa compresi tra il 30%-40% fino a profondità di 4-5 m (Unità Ss) e il 50-65% nei depositi dell'Unità S e Si, evidenziando la presenza di litotipi rispettivamente da sciolti o poco addensati fino a mediamente addensati o localmente addensati.

Una valutazione delle caratteristiche di resistenza al taglio è stata ottenuta attraverso opportune correlazioni che prendono in esame i valori di resistenza alla punta ricavati dalle prove CPTe.

In particolare, sono state prese in esame le seguenti correlazioni.

a) Durgunouglu-Mitchell

Il metodo è valido per sabbie N.C., non cementate (per sabbie S.C. va aumentato di $1-2^\circ$). Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi = 14.4 + 4.8 \ln R_p - 4.5 \ln \sigma$$

dove R_p (kg/cmq) è la resistenza di punta media misurata nello strato e σ (kg/cmq) è la pressione litostatica efficace a metà strato.

b) Caquot

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi = 9.8 + 4.96 \ln \left(\frac{R_p}{\sigma} \right)$$

dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in kg/cmq e R_p la resistenza alla punta media misurata nello strato, sempre in kg/cmq.

La relazione trova le sue condizioni ottimali di applicabilità in sabbie N.C. (normalmente consolidate) e non cementate per profondità maggiori di 2 metri (terreni saturi) o maggiori di 1 metro (terreni non saturi).

c) Koppejan

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi = 5.8 + 5.21 \ln \left(\frac{R_p}{\sigma} \right)$$

dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in kg/cmq e R_p la resistenza alla punta media misurata nello strato, sempre in kg/cmq. La relazione trova le sue condizioni ottimali di applicabilità in sabbie N.C. (normalmente consolidate) e non cementate per profondità maggiori di 2 metri (terreni saturi) o di 1 metro (terreni non saturi).

e) De Beer

La relazione è la seguente:

$$\varphi = 5.9 + 4.76 \ln \left(\frac{Rp}{\sigma} \right)$$

I relativi valori di angolo di attrito ottenuti sono stati diagrammati in Figura 13.

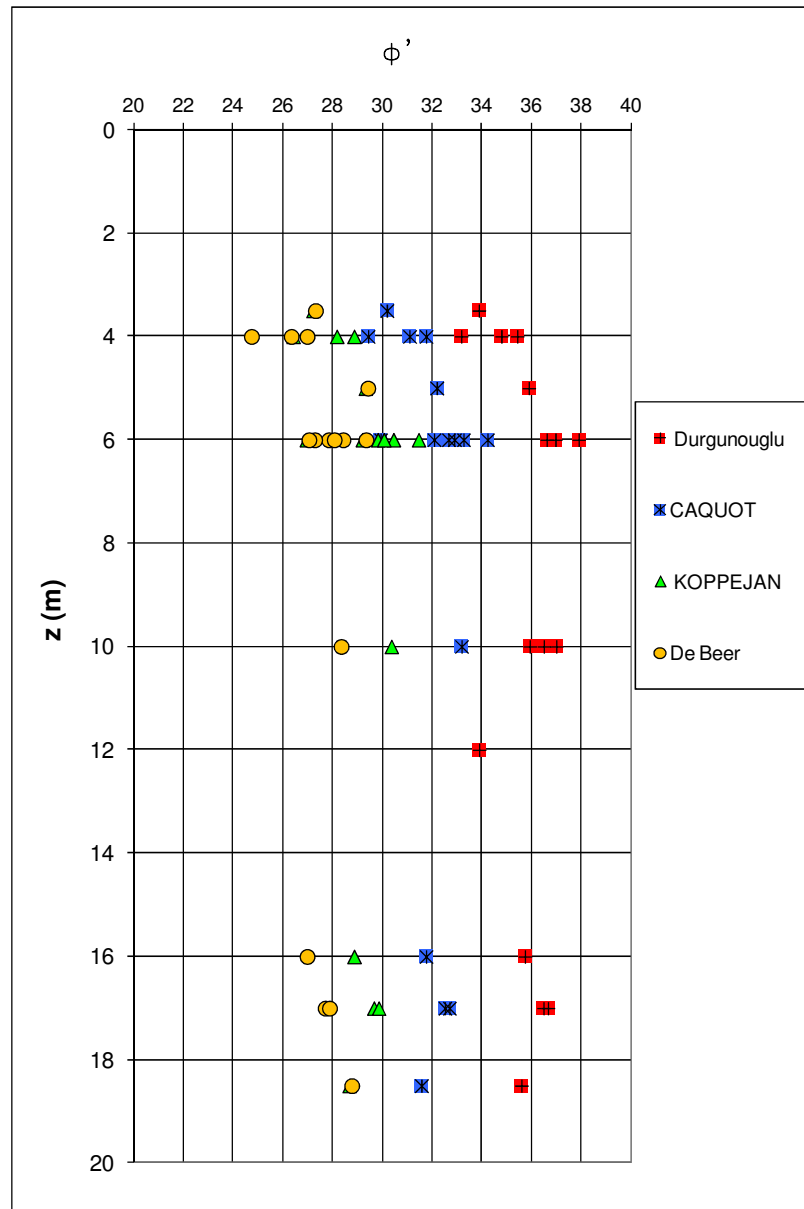


Figura 13 - Stima del valore di angolo di attrito da prove CPTe

Prendendo in esame i valori medi di q_c forniti dalle prove CPTe alle diverse profondità, si ritengono rappresentativi valori di angolo di attrito ϕ' compresi nell'intervallo 25°-27° per l'Unità Ss, di 26°-29° per l'Unità S e di 28°-30° per l'unità Si .

Per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità, esiste una correlazione tra il modulo confinato tangente M_t ($M_t=1/m_v$ della prova edometrica eseguita su campioni indisturbati n.c., misurato in corrispondenza dell'ultimo grado di carico), la resistenza alla punta q_c e lo sforzo verticale efficace.

Si è utilizzata la trattazione di Lunne –Christoffersen (1983):

$$E_d \text{ (MPa)} = 4 q_c - \text{(per } Q_c < 10 \text{ MPa)}$$

$$E_d \text{ (MPa)} = 2q_c + 20 - \text{(per } 10 \text{ MPa} < Q_c < 50 \text{ MPa)}$$

Il diagramma seguente rappresenta la relazione di Robertson & Campanella tra il modulo confinato e i valori di resistenza alla punta q_c misurati nelle prove CPTe in relazione alle pressioni efficaci agenti in sito.

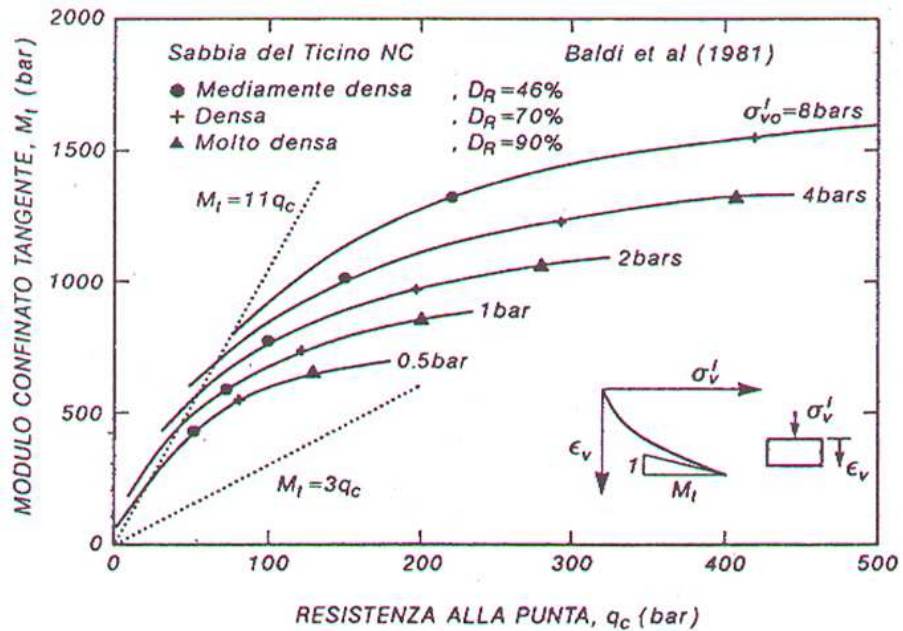


Figura 14 - Relazione tra modulo confinato tangente (M_t) e resistenza alla punta q_c per sabbie NC non cementate (Robertson P. K. e Campanella R.G., 1983)

Come indicato nel diagramma di Figura 15, si sono ottenuti valori di Ed non elevati e compresi rispettivamente entro un range tra 100-200 Kg/cm^q per l'Unità Ss (10-20 MPa), 25-40 MPa per l'Unità S e 45-50 MPa, per l'unità Si. I valori di Ed, considerate le pressioni efficaci agenti e i valori di qc forniti dalle prove, appaiono in sostanziale accordo con il diagramma di Figura 14.

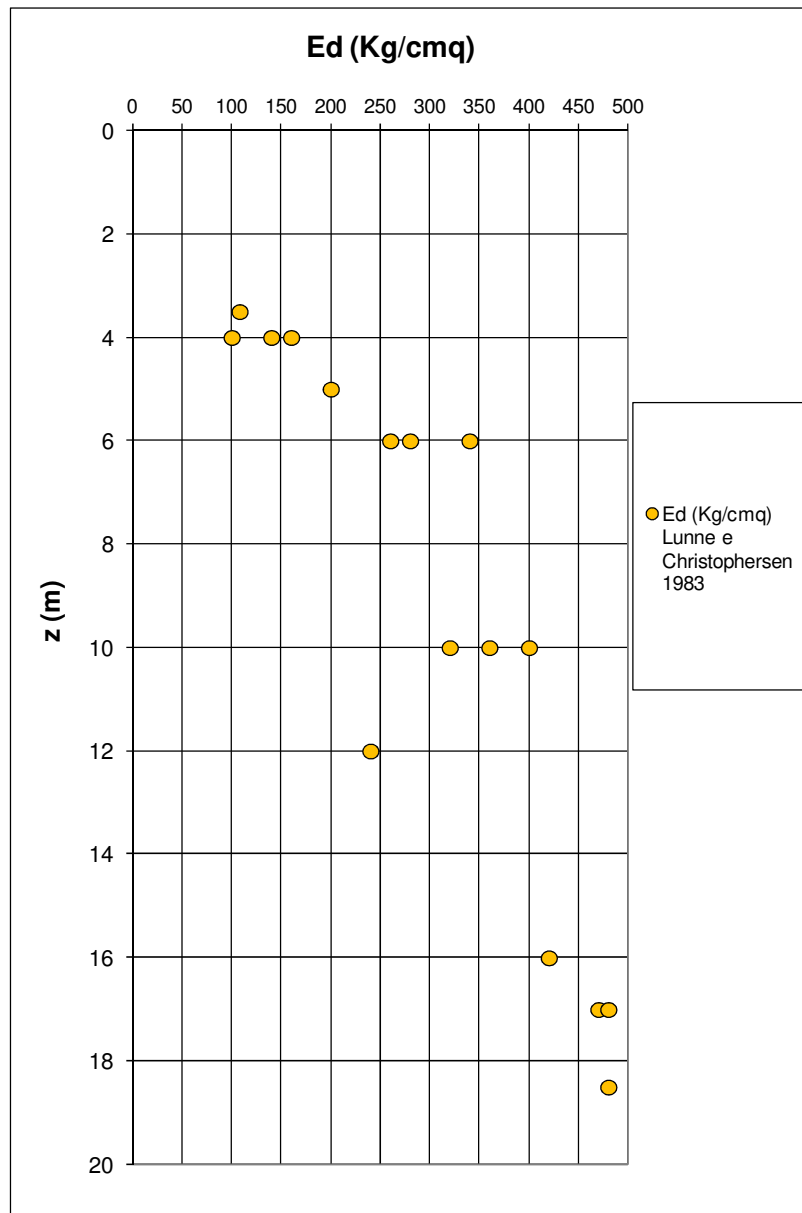


Figura 15 - Stima del valore del modulo edometrico in depositi sabbiosi da prove CPTE

Per valutazione del modulo di Young si è utilizzata la relazione di Schmertmann. Il metodo è valido per le sabbie in genere normalmente consolidate. La relazione non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di Rp ad una diminuzione di E con la profondità.

$$E(kg / cmq) = 2.5Rp$$

Fellenius (2006) fornisce un valore del modulo E₂₅ operativo mediante la seguente relazione:

$$E_{25}(kg / cmq) = 3.5qc \quad (\text{per } qc > 3MPa)$$

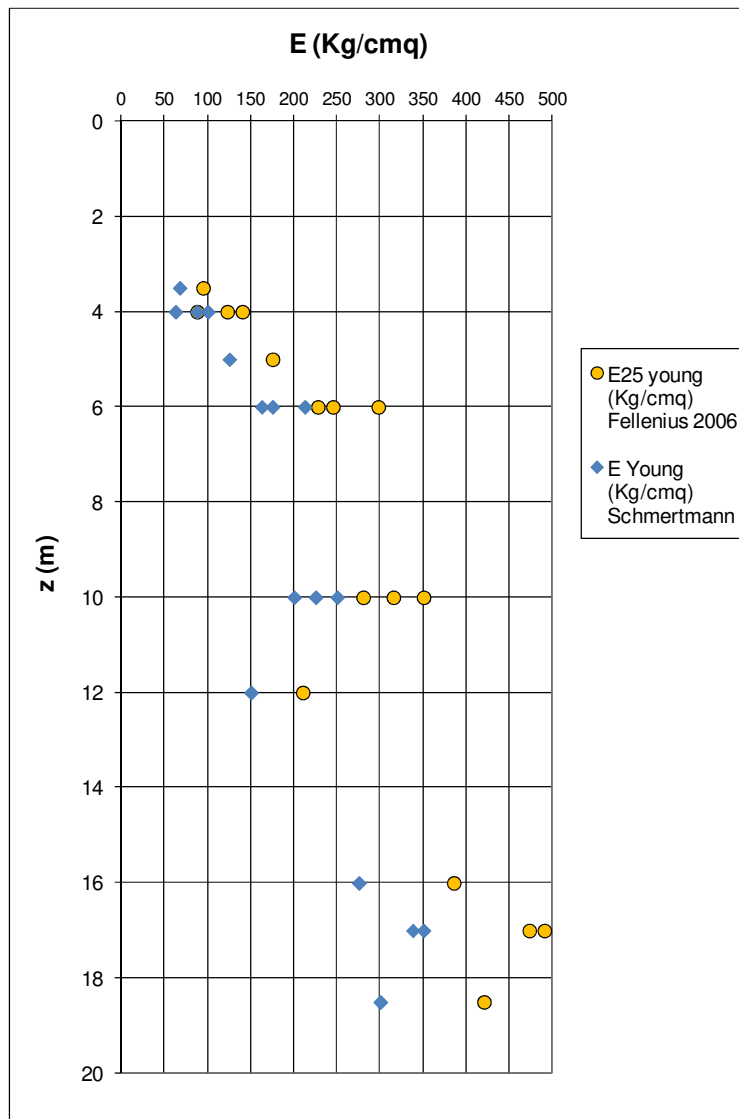


Figura 16 - Stima del valore di E (Young) in depositi sabbiosi da prove CPTe

In relazione ai dati geologico-geotecnici a disposizione e ai risultati delle indagini di sito e di laboratorio, per i depositi sabbiosi che caratterizzano il sottosuolo da profondità di circa 2.5-3 m possono stimarsi angoli di attrito ϕ' compresi all'interno di un range che tiene conto del diverso grado di addensamento evidenziato dalle prove CPTU e CPTU, della presenza di falda superficiale e delle caratteristiche granulometriche della successione.

Sulla base delle determinazioni così ottenute, i principali parametri di resistenza e deformabilità di interesse geotecnico possono essere stimati come indicato nella seguente tabella.

UNITA' GEOTECNICA	PESO DI VOLUME KN/MC	Vs (m/sec)	Qc (prove CPTU) (Mpa)	C' (KPa)	ANGOLO DI ATTRITO ϕ'	MODULO EDOMETRICO Ed (MPa)
Terreni di riporto	15-16	150-260	/	0	27-31	
UNITA' Ss Sabbie fini debolmente limose sciolte o debolmente addensate	17-18	175-200	2.5-4	0	25°-27°	10-20
UNITA' S Sabbie fini debolmente limose mediamente addensate	18-18,5	175-200	5-10	0	27°-29°	25-40
UNITA' Si Sabbie fini debolmente limose da mediamente addensate a localmente addensate	18-18,5	175-200	12-14	0	29°-30°	40-45

Tabella 6 - Principali parametri geotecnici (da p.c. fino a profondità di circa -18/-20 m)

I parametri di progetto per le verifiche delle opere, secondo l'approccio considerato, sono determinati dai parametri caratteristici applicando i coefficienti parziali gM di seguito riportati.

Si rimanda alla relazione geotecnica e alle relazioni di calcolo delle opere per la determinazione dei parametri caratteristici e di progetto.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.47/68

9. SISMICITÀ

9.1. Aspetti generali

La sismicità del territorio di Fiumicino e, più in generale, del settore costiero tirrenico a ovest di Roma, sebbene possa definirsi nel complesso modesta, soprattutto se paragonata a quella di altri settori della penisola italiana, non può considerarsi trascurabile, anche sia in relazione alle caratteristiche ed agli spessori dei litotipi costituenti il sottosuolo.

Nella valutazione della pericolosità sismica dell'area è importante evidenziare come quest'ultima sia situata a poche decine di chilometri da importanti zone sismogenetiche distribuite sull'Appennino. In tale area hanno origine terremoti con elevata magnitudo le cui onde possono provocare notevoli danni anche nel settore oggetto di studio: basti ricordare il disastroso sisma del 13 gennaio 1915 con epicentro ad Avezzano (AQ), che rappresenta, tra i terremoti più fortemente avvertiti nella città ($\geq VI$ grado MCS), l'evento più recente e certamente più documentato.

In tali zone possono aver origine terremoti con magnitudo piuttosto elevata le cui onde sono in grado di provocare risentimenti e danni anche nel settore oggetto di studio, seppur con intensità da ritenersi non elevate.

In particolare, i settori ritenuti a maggiore pericolosità sismica sono distribuiti sia nella zona dei Colli Albani, a sud dell'area in studio, sia ad est di quest'ultima, lungo la catena appenninica.

Il Lazio è infatti caratterizzato da una sismicità che si distribuisce lungo fasce (Zone sismogenetiche) a caratteristiche sismiche omogenee, allungate preferenzialmente NW-SE, nella direzione della costa tirrenica e della catena montuosa appenninica. Lungo queste fasce la sismicità si distribuisce in modo omogeneo e gradualmente crescente dalla costa verso l'Appennino (vedi mappatura aree sismogenetiche allegata). Il territorio comunale di Fiumicino non ricade all'interno di zone sismogenetiche ma è ubicato a ridosso delle zone sismogenetiche n. 921 Etruria e, soprattutto, 922 – Colli Albani, connesse sia al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica, sia alla tettonica distensiva del margine tirrenico. Conseguentemente, si tratta rispettivamente di eventi caratterizzati da meccanismi di rottura di tipo thrust e strike slip (compressivi), sia di tipo misto di tipo dip-slip e strike-slip.

Lungo la fascia tirrenica le zone sismogenetiche racchiudono aree caratterizzate da elevato flusso di calore. L'intero settore è caratterizzato da una diffusa sismicità di energia moderata, con pochi eventi di magnitudo più elevata, responsabili di danni significativi su aree di limitata estensione anche per la superficialità degli ipocentri. Il settore corrispondente con il vulcano sabatino e con l'Agro Romano è pressochè privo di sismicità

E' possibile individuare le diverse zone sismogenetiche di maggiore interesse ai fini della valutazione della pericolosità sismica del settore preso in esame distribuite entro un raggio di 180-200 Km dall'area oggetto di studio:

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001
			pag.48/68

1) Attività sismica locale dell'area romana

L'area di Roma, compresa entro circa 15 Km circa di raggio, risulta caratterizzata da frequenza di occorrenza non elevata e intensità massima corrispondente al VI-VII grado MCS, Magnitudo massime pari a 5-5.5 e profondità ipocentrali molto modeste (< 5 Km).

2) Attività sismica dovuta alle aree sismogenetiche prossime a Roma

Tali aree comprendono essenzialmente i centri sismici dei Colli Albani, sede di terremoti molto frequenti con magnitudo massime intorno a 5 ($M_{wmax}=5.45$), e del litorale tirrenico, sede invece di terremoti poco frequenti, ma a volte di entità piuttosto rilevante. I risentimenti nell'area romana e nelle zone limitrofe dovuti a terremoti provenienti dai Colli Albani sono numerosissimi ma quasi sempre di bassa intensità ($\leq V$ grado MCS). Quelli di provenienza tirrenica hanno in un caso raggiunto il V-VI grado.

3) Attività sismica dovuta alle aree sismogenetiche dell'Appennino centrale

Rappresenta l'attività in grado di fornire i massimi risentimenti sismici all'interno dell'area presa in esame. A distanze comprese tra 60 e 130 Km sono infatti presenti varie ed importanti aree sismogenetiche, ai cui terremoti sono dovuti i più forti risentimenti sismici osservati nella città (intensità massima VII-VIII grado MCS). Le aree più rilevanti sono quelle dell'Aquilano e del Fucino, in cui hanno avuto origine terremoti di elevata magnitudo (valori intorno a 7). A tali eventi si devono i massimi e più diffusi danneggiamenti avutisi all'interno della campagna romana.

Nel complesso, gli eventi risentiti nella zona di Fiumicino sono di intensità massima compresa tra il VI e il VII grado MCS, come indicato nella mappa delle massime intensità macrosismiche riviste da Enea.

I dati raccolti di Sismicità storica dal 1000 al 2006 sul Database DMI 2011 (Database Macrosismico Italiano) dell' Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia riportano come massima intensità di grado VI quella dovuta al terremoto con epicentro nella zona di Castelporziano, del 1895

I terremoti con origine nella zona dei Colli Albani danno un contributo elevato in termini di alte frequenze del moto, mentre contribuiscono in maniera irrilevante alle frequenze medio basse, a cui è generalmente associato il danno e quindi l'intensità macrosismica. Per i terremoti di provenienza appenninica, caratterizzate da Magnitudo più elevate e tasso di ricorrenza più basso rispetto ai Colli Albani, aumenta invece il contributo in basse frequenze.

Storia sismica di Fiumicino
[41.772, 12.229]

Numero di eventi: 7

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
5	1892 01 22	COLLI ALBANI	81	7	5.15 ±0.17
6	1895 11 01	CASTELPORZIANO	98	6	4.85 ±0.14
5	1899 07 19 13:18	Colli Albani	123	7	5.13 ±0.17
NF	1901 04 24 14:20	MONTELIBRETTI	44	8	5.21 ±0.30
5	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
3-4	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
5-6	2005 08 22 12:02	Anzio	57		4.58 ±0.09

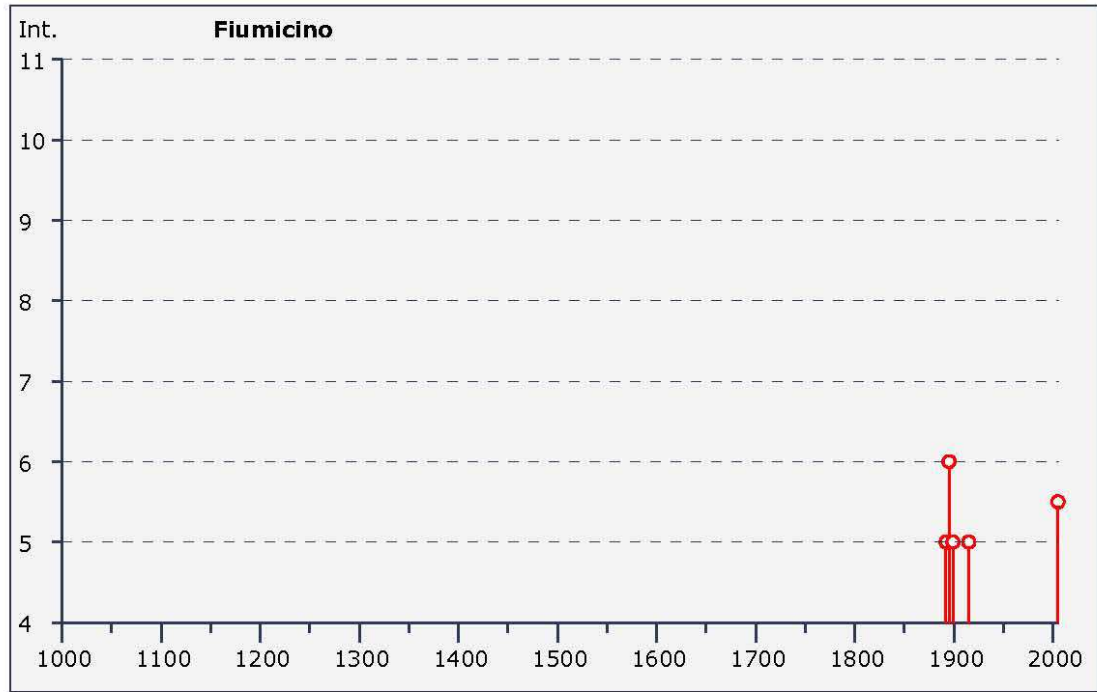


Figura 17 - Storia sismica di Fiumicino - Database DMI 2011 - INGV

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.50/68

9.2. Classificazione sismica del sottosuolo e pericolosità sismica di base

Secondo la Proposta di Riclassificazione sismica (1998-2001), ripresa come documento di riferimento dell'Ordinanza del PCM 3274/03, il territorio comunale di Fiumicino fu inserito nell'elenco dei comuni sismici di III categoria sulle 4 nuove zone sismiche di cui all'ordinanza (dalla 1 alla 4 a pericolosità via via decrescente).

Con riferimento alla OPCM 3274/03, il comune di Fiumicino risultava pertanto classificato in zona 3, con valori attesi di accelerazione orizzontale $a_g = 0,15g$.

Con la nuova classificazione sismica della Regione Lazio - Delibera di giunta regionale n. 387 del 22.05.2009, si definisce l'istituzione di sottozone sismiche, che creano l'occasione di poter differenziare in modo dettagliato la pericolosità sismica sul territorio regionale. La nuova zonazione sismica sostituisce la precedente del GR 766/03 e tiene conto dei valori di a_g estremamente differenti fra la zona costiera romana e le zone prossimali ai Colli Albani o ai Monti Tiburtini e Prenestini. Tali valori presentano una variabilità sostanziale passando da 0,075g a 0,200g per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) che si tramuta in valori di possibile intensità del terremoto molto diversa fra le due zone.

Secondo tale classificazione alcuni comuni, tra cui anche parte di quello romano, ubicati in prossimità delle strutture sismogenetiche dei Colli Albani e dei Monti Tiburtini e dei Prenestini, aumentano la loro pericolosità rispetto alla classificazione vigente.

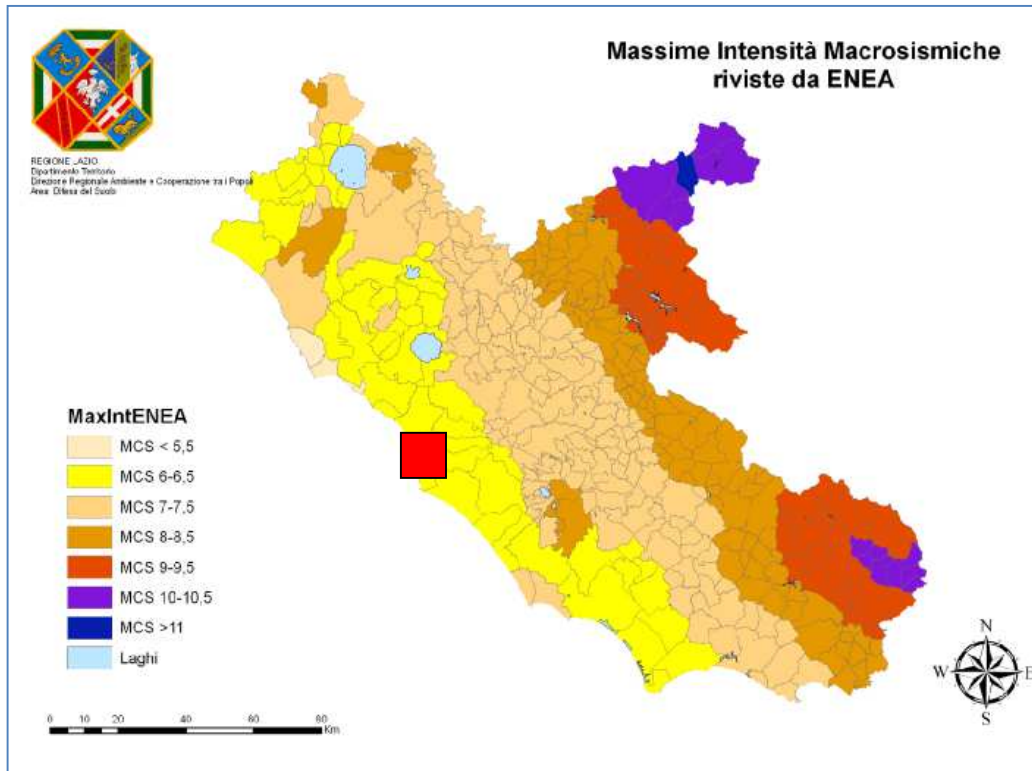


Figura 18 - Massime intensita' macrosismiche osservate per il lazio

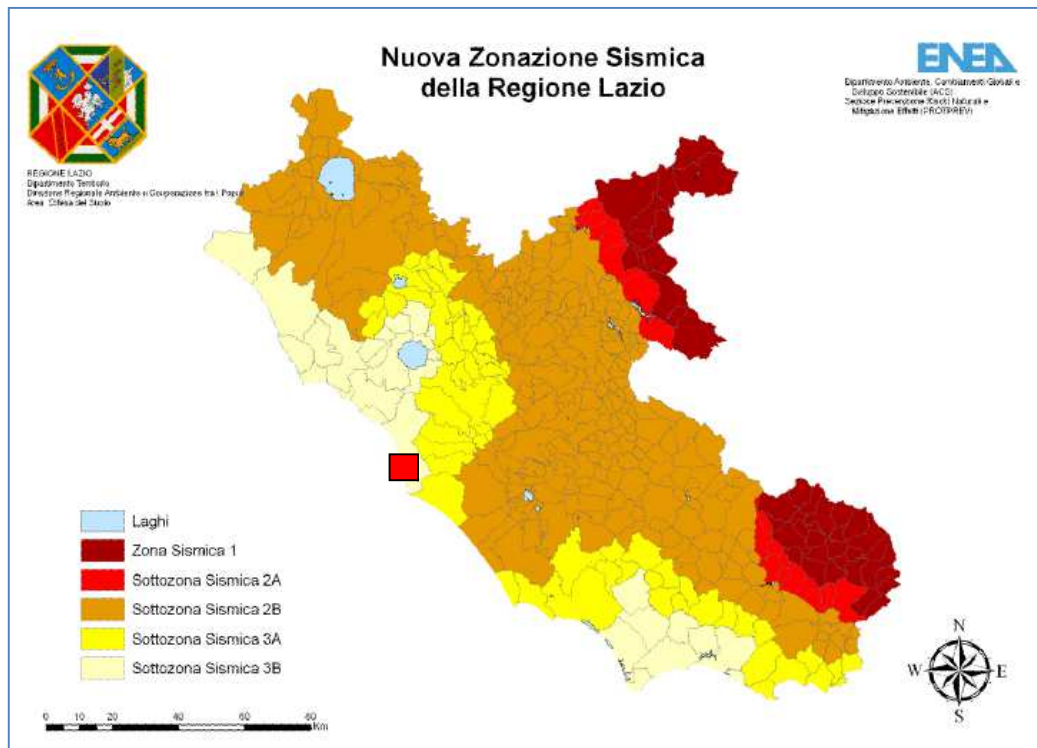


Figura 19 - Nuova zonazione sismica della regione lazio

Secondo la recente riclassificazione sismica da parte della Regione Lazio il territorio comunale di Fiumicino è stato classificato a minore pericolosità sismica, soprattutto rispetto alla parte orientale e sud-orientale dell'area romana, ed inserito in una zona sismica denominata sottozona 3B.

I corrispondenti valori di accelerazione sismica attesi secondo la proposta di riclassificazione (2009) sono riportati nella tabella di seguito allegata.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0,278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$ ←

- *Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.*

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001
			pag.53/68

Con l'entrata in vigore del D.M.14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante una approccio "sito dipendente" non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A, v.oltre), con superficie topografica orizzontale (categoria T1; v.oltre);
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$.

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 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.

La stima della pericolosità sismica è basata su una griglia di 10751 punti, dove viene fornita la terna di valori a_g , F_0 e T^*C per nove distinti periodi di ritorno T_R .

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), recependo i suggerimenti della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile, ha coordinato la redazione della mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche, richiesta dall'ordinanza del P.C.M. datata 20 marzo 2003 n. 3274, All. 1.

La pericolosità sismica rappresenta una stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in una determinata area. Tale valutazione può essere effettuata con metodi deterministici, assumendo un determinato terremoto di riferimento, oppure con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati.

In dettaglio, la pericolosità sismica di base rappresenta una componente della pericolosità sismica precedentemente descritta, dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento).

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.54/68

A scala nazionale l'INGV ha quindi provveduto a stimare l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante $a(g)$, corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA, che costituisce il principale parametro descrittivo della pericolosità di base.

Tale parametro, la cui unità di misura è l'accelerazione di gravità $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, utilizzato anche per la definizione dell'azione sismica di riferimento per opere ordinarie (Classe II delle Norme Tecniche per le Costruzioni), convenzionalmente rappresenta l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante che, in un intervallo di tempo di 50 anni, ha una probabilità del 10% di superare il valore indicato (cfr. scala colore), per effetto di sismi di intensità maggiore rispetto a quelli considerati per la classificazione del territorio.

A livello locale è disponibile una mappa più dettagliata dell' $a(g)$ prodotta sempre dall'INGV e riportata in figura.

Dall'analisi della mappa si può osservare che l'area di interesse presenta valori di accelerazione orizzontale massima $a(g)$ compresi tra 0.05-0.075g.

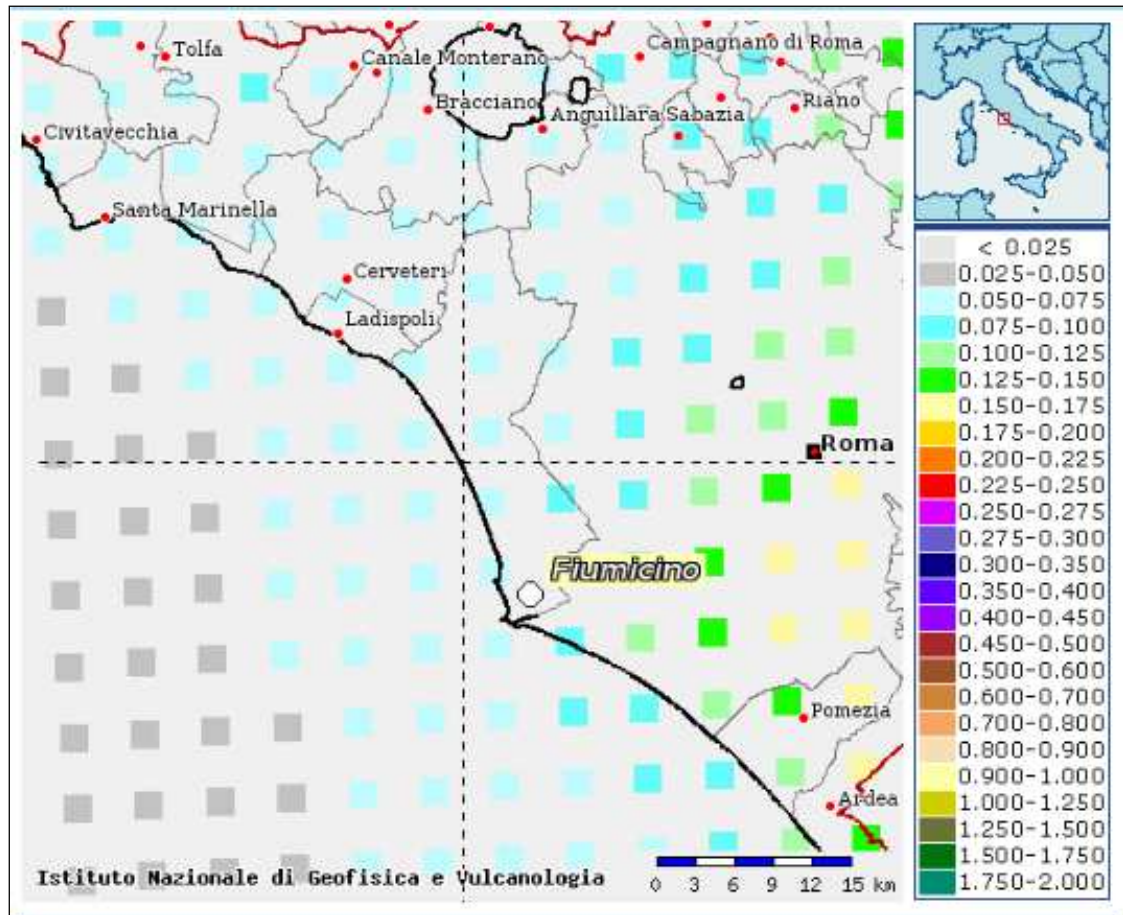


Figura 20 - Mappa di pericolosità sismica dell'area di Fiumicino (da INGV)

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.56/68

10. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per una classificazione del sottosuolo dal punto di vista sismico, in termini di valutazione delle Vs30 secondo il D.M. 14 gennaio 2008, ci si è avvalsi delle risultanze ottenute dalle indagini geofisiche eseguite nell'ambito della campagna di indagine di progetto esecutivo (campagna Servizi geotecnici srl 2018), consiste in prospezioni sismiche con il metodo "masw" .

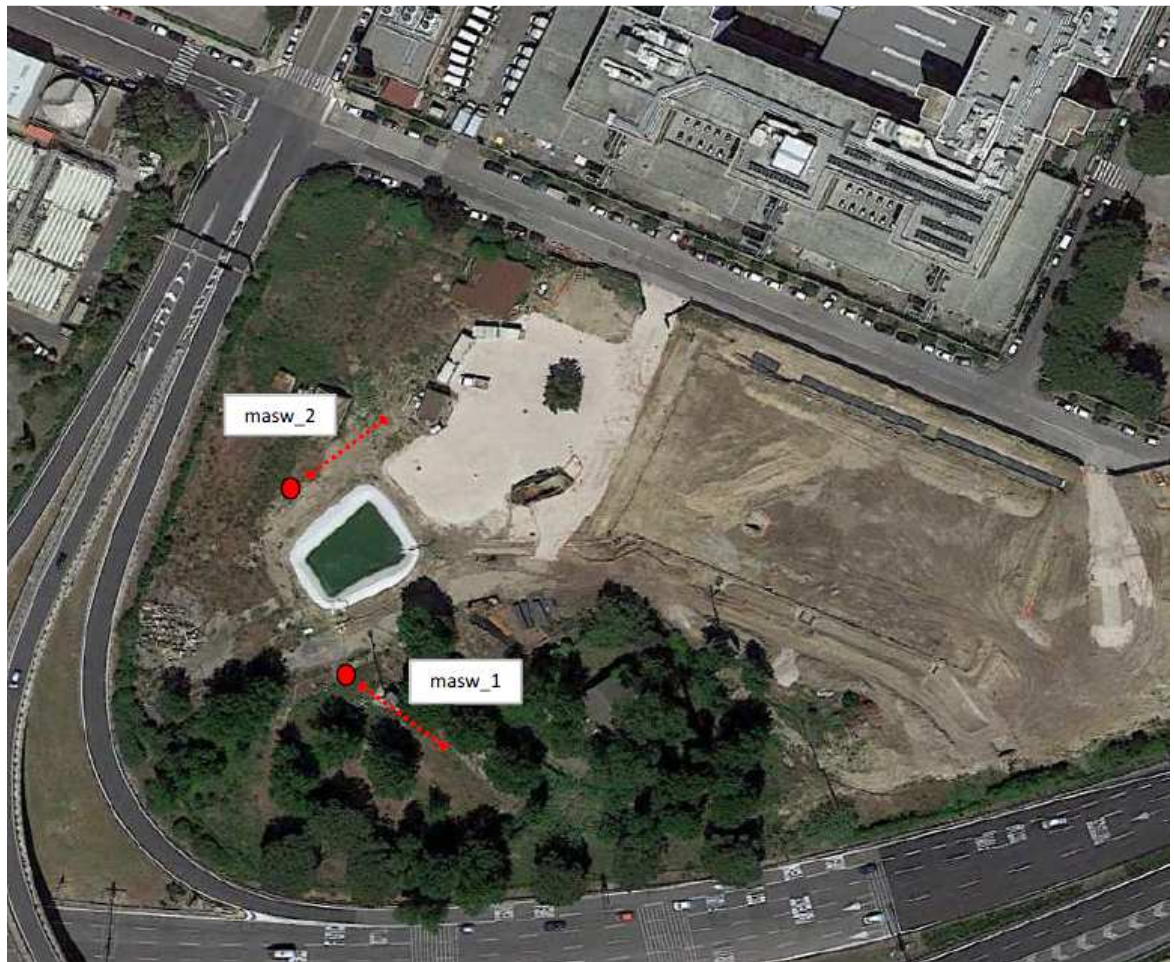


Figura 21 – Ubicazione linee sismiche Masw 1 e Masw 2

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001 pag.57/68

Il parametro Vs30 è stato calcolato utilizzando l'Eq.1.

$$V_s = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{H_i}{V_i}}$$

Le 2 linee sismiche masw eseguite nella campagna 2018 hanno fornito un valore delle Vs30 non elevato e rispettivamente pari a **Vs30=177.9 m/sec** (masw 1) e **Vs30=170 m/sec** (masw 2)

In relazione alle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dell'area e dei risultati delle indagini sismiche, può essere pertanto adottata una **categoria di sottosuolo di tipo D**, così definita: *"Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi inferiori a 180 m/s"*.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 7 – Categorie di sottosuolo da NTC 2008

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.58/68

11. MICROZONAZIONE SISMICA

Con delibera 545/2010 la Regione Lazio ha definito le linee guida per l'utilizzo degli indirizzi e dei criteri per gli Studi di microzonazione sismica del territorio.

In base allo studio di Microzonazione di Livello 1 l'area occupata dal sedime aeroportuale di Fiumicino ricade nelle Zone SA8, SA9, SA10 e SA12 (ognuna delle quali riferita a un tipologico di successione stratigrafica), intese tutte come "*Zone stabili ma suscettibili di amplificazione sismica*" (Regione Lazio, 2013; Comune di Fiumicino, 2012).

L'area di progetto ricade interamente nella fascia SA12, il cui tipologico di profilo stratigrafico prevede una successione di depositi sabbiosi costieri, di spessore variabile da 10 a 30 m, sovrapposti a depositi lagunari costieri prevalentemente fini.

Ai sensi del Regolamento regionale n. 2/2012 (Regione Lazio, 2012) l'area occupata dal sedime aeroportuale di Fiumicino rientra tra le aree di Tipo B, di Media Pericolosità Geologica, nelle quali si ha Classe di Rischio Geologico Medio Alto in relazione alla classe d'uso prevista in ambito aeroportuale.

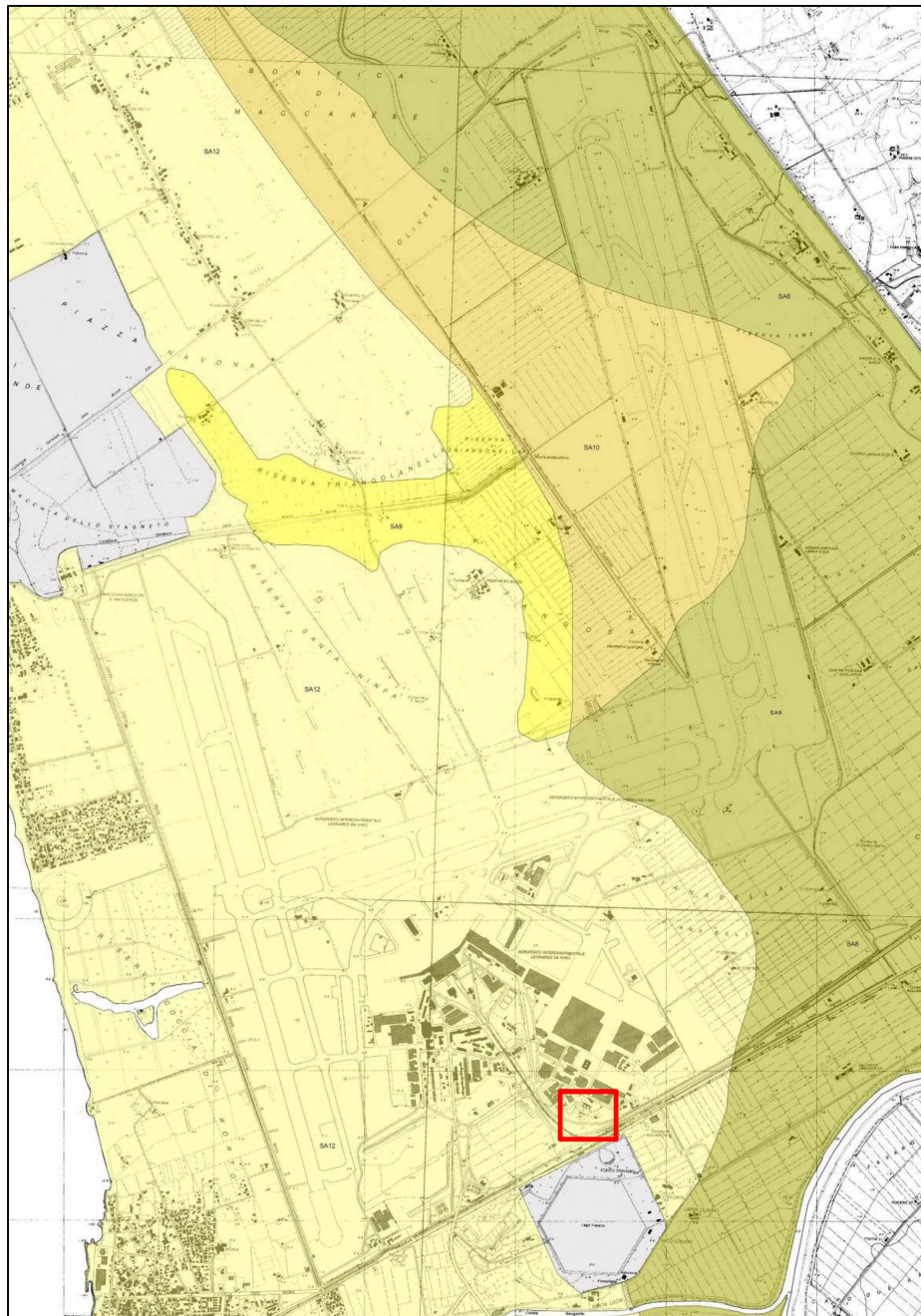


Figura 22 - Fasce di Microzonazione di livello 1. nell'area aeroportuale di Fiumicino. Carta delle MOPS (estratto - Unione tra le Tavole 6 e 8) (Comune di Fiumicino, 2012). Nel riquadro è indicata l'area di progetto.

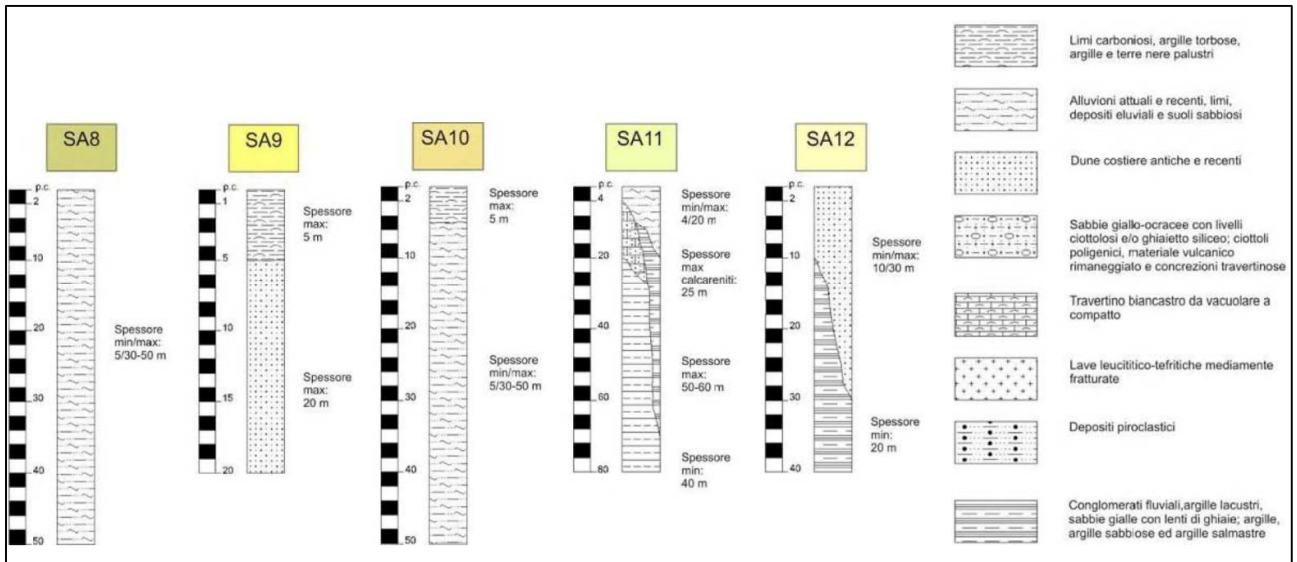


Figura 23 - Tipologico di colonne stratigrafiche identificanti le differenti Fasce di Microzonazione sismica (Comune di Fiumicino, 2012)

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.61/68

12. VERIFICA DEL PAI

Nell'ambito del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità dei Bacini Regionali, sono state prese in esame le aree di pericolosità geomorfologica e idraulica presenti nel territorio al fine di valutarne eventuali interferenze con l'area oggetto del presente studio.

A tal fine, si è allegato uno stralcio della planimetria ricavata dal Sistema Informativo Geografico della Città Metropolitana di Roma Capitale, in cui sono riportate le aree a rischio idrogeologico ricavate dal Piano di Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere.

In relazione a quanto emerso dall'analisi dell'elaborato di Piano, l'area di progetto non ricade in alcuna area classificata a rischio idraulico e idrogeologico.

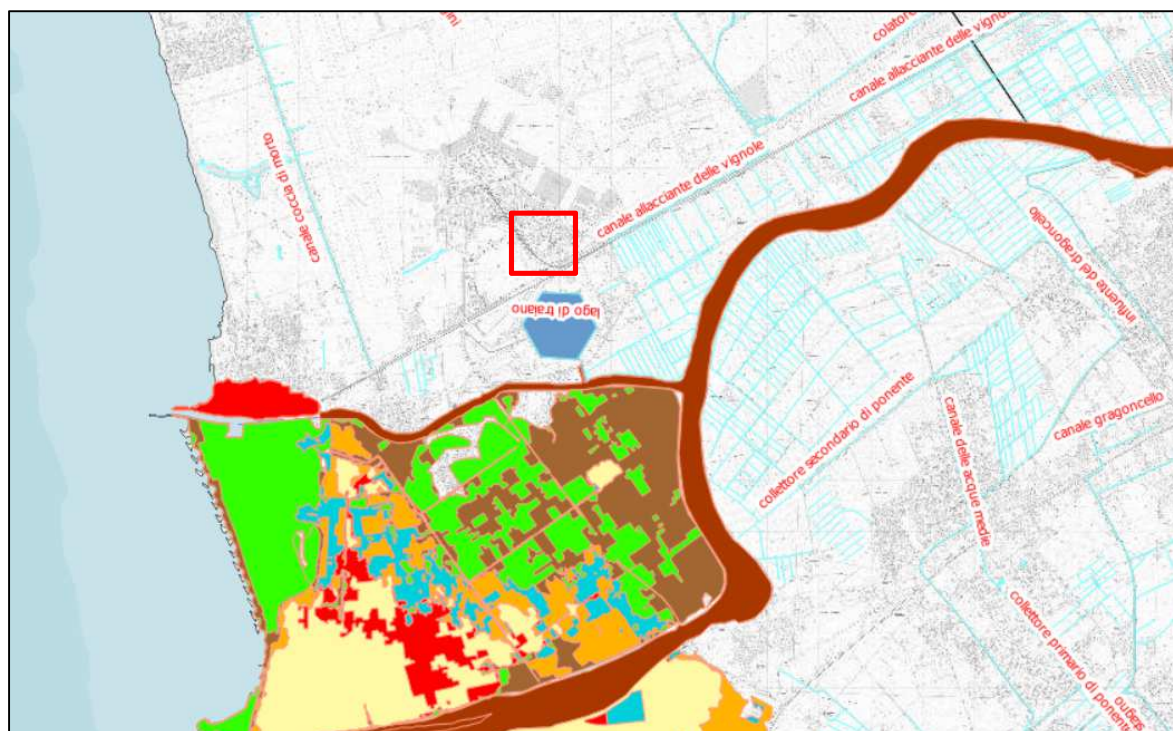


Figura 24 - Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico – Rischio Idrogeologico
(nel riquadro rosso, l'area in studio)

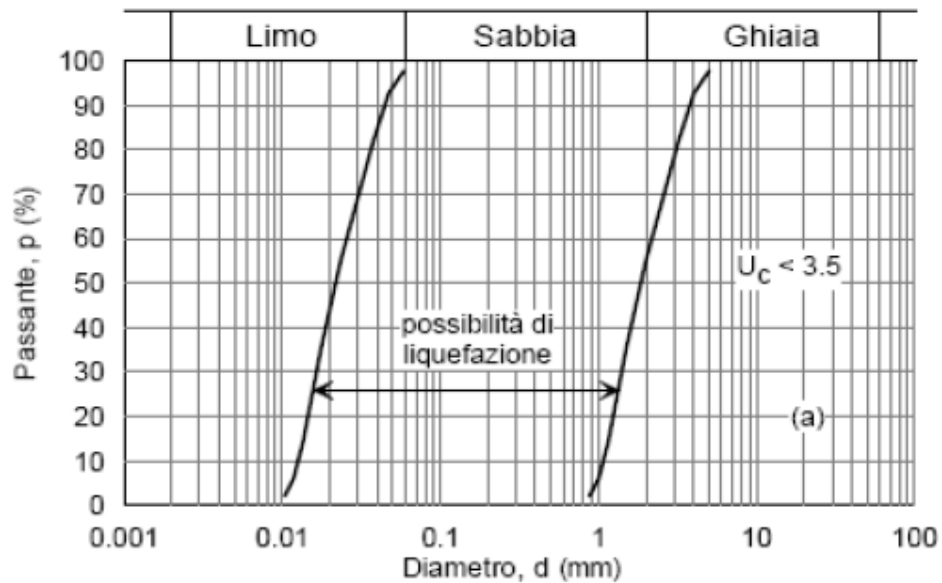
PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.62/68

13. ANALISI DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

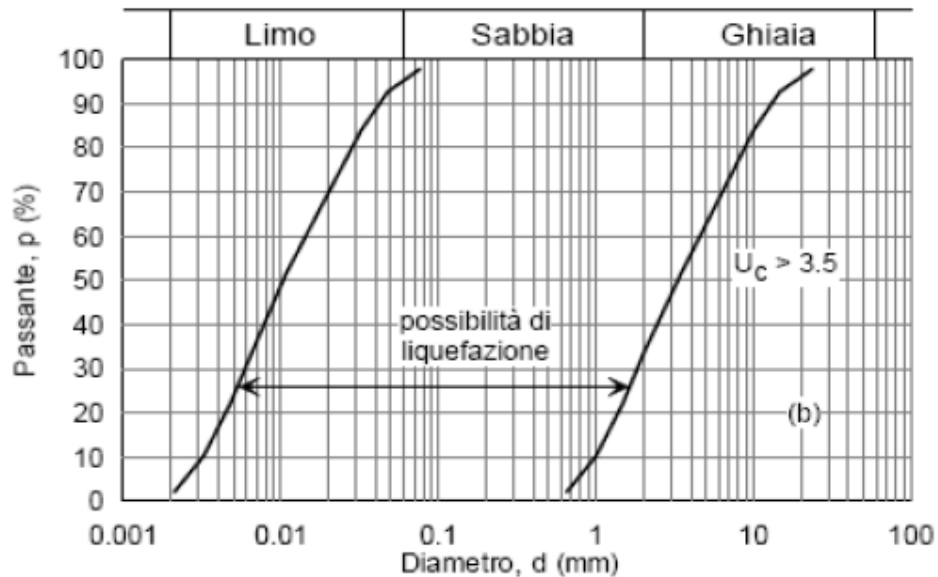
In relazione ai caratteri stratigrafici del sottosuolo è stata considerata la possibilità di rischio potenziale di liquefazione dei depositi sabbiosi che contraddistinguono alcuni orizzonti della successione stratigrafica locale.

E' necessario considerare che la liquefazione non può avvenire generalmente se viene soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

1. Evento sismico atteso di magnitudo $M < 5$;
2. Accelerazione massima attesa al p.c. in assenza di manufatti (free-field) minori di 0,1g;
3. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e dove qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nello schema A, nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$, e nello schema B, nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



A – Distribuzione granulometrica con terreni con $U_c < 3.5$



B - Distribuzione granulometrica con terreni con $U_c > 3.5$

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.64/68

Per la stima della Magnitudo del sito d'interesse è stato fatto riferimento al testo del Gruppo di Lavoro MS, 2008, "Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica", Conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome, Dipartimento Protezione Civile, Roma.

In particolare, con riferimento alla zonazione sismogenetica ZS9, il comune di interesse ricade a circa 8 Km a NW della zona 922 – Colli Albani, alla quale compete la Magnitudo massima $M_{max}=5.45$.

Valori M_{max} per le zone simogenetiche di ZS9

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Se il sito non ricade in zona sismogenetica ZS9 si determinano la minime distanze del sito (R_i) dalle circostanti zone sismogenetiche (i) e si verifica per ciascuna di esse se la magnitudo della zona sismogenetica considerata ($M_w(i)$) è inferiore o superiore alla magnitudo fornita dalla relazione:

$$M_s(i) = 1 + 3 \log (R_i)$$

Nel caso in cui almeno una $M_s(i)$ calcolata per le zone sismogenetiche circostanti è inferiore alla $M_w(i)$ della stessa zona per la quale è stata calcolata $M_s(i)$, si assume per M_w il valore di magnitudo piu alto tra le magnitudo delle zone sismogenetiche circostanti.

Nel caso in esame, trovandosi l'area in esame a modesta distanza dalla zona simogenetica 922, si è considerata una magnitudo $M_w=5.45$.

La condizione n.2 non risulta soddisfatta. Considerando una vita nominale pari a 50 anni, una classe d'uso pari a III e coefficiente d'uso $C_u=1.5$, nonché una categoria di sottosuolo D, sono attese $a_g > 0.1g$ e precisamente $a_g = 0.154$.

La condizione 3 non risulta soddisfatta, tenuto della profondità della falda acquifera principale, che si ubica a profondità mediamente pari a 2 m dal piano campagna.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.65/68

In relazione al punto 4, dalle indagini eseguite i valori di N_{spt} evidenziati all'interno delle sabbie sono compresi tra 8 e 10 colpi fino ad almeno 10 metri. Analogamente, anche i valori di q_c sono localmente medio-bassi, soprattutto a profondità dell'ordine dei 3-5 m, ma denotano valori localmente non elevati fino a 16-17 metri da p.c..

Con riferimento agli aspetti granulometrici, le sabbie presenti al di sotto dei riporti denotano contenuti di fino FC (limo + argilla) non elevati e dell'ordine del 10%.

Il mancato rispetto delle condizioni 1, 2, 3 dell' NTC 2008 e la presenza di valori di resistenza alla punta q_c localmente non elevati evidenziano l'esistenza di un rischio di liquefazione per i litipi sabbiosi presenti a profondità comprese tra 3-4 m e 15-16 m, tenuto conto della sismicità dell'area (possibili terremoti di Magnitudo massima M maggiore di 5 e valori di $a_g > 0.1$) e dei caratteri idrogeologici dell'area in esame (falda prossima al piano campagna).

Per il calcolo della resistenza al taglio mobilitata da prove penetrometriche dinamiche spt si è ricorso al *Metodo di Seed e Idriss (1982)* e al *metodo di Iwasaki e al. (1984)*.

1) Metodo di Seed & Idriss (1982)

Nel metodo di Seed & Idriss (1982) la resistenza alla liquefazione può essere stimata con la seguente formula:

$$R = Na/90$$

con:

$$Na = N_{spt} \left(\frac{1.7}{\sigma_v + 0.7} \right) + N_1$$

σ_v (kg/cmq) = pressione verticale efficace;

N_1 = 0 se d_{50} (mm) > 0.25, 7.5 se d_{50} (mm) ≤ 0.25.

Viene considerato non liquefacibile un deposito in cui sia $F_s > 1.3$.

2) Metodo di Iwasaki e al. (1984).

Nel metodo di Iwasaki e al. la resistenza alla liquefazione assume la seguente espressione:

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001
		pag. 66 /68	

$$R = 0.0882N_{spt} \sqrt{\sigma_v' + 0.7} + 0.225 \text{Log}_{10} \left(\frac{0.35}{d_{50}} \right)$$

(per $d_{50} < 0.6$ mm)

oppure:

$$R = 0.0882N_{spt} \sqrt{\sigma_v' + 0.7} - 0.05$$

(per $d_{50} \geq 0.6$ mm)

dove d_{50} è il diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50% e σ_v' (kg/cmq) è la pressione verticale efficace.

Viene considerato non liquefacibile un deposito in cui sia $F_s > 1$.

Le verifiche eseguite con il metodo di Iwasaky evidenziano la non liquefacibilità dei depositi sabbiosi presenti a profondità massime dell'ordine dei 5-6 metri ($F=6-7$).

Il metodo di Seed e Idriss evidenzia invece un potenziale rischio di liquefacibilità in presenza di litotipi caratterizzati da $d_{50} > 0.25$ mm ($F=0.65$).

In caso di $d_{50} < 0.25$ mm il coefficiente di sicurezza è invece superiore ma evidenzia comunque la possibilità dello sviluppo di fenomeni di liquefazione ($F=1.18$).

In sintesi:

- **metodo di Iwasaky - $F=6-8$; **NON LIQUEFACIBILE****
- **metodo di Seed e Idriss $F=0.65$ **LIQUEFACIBILE** (con $d_{50} > 0.25$ mm)**
- **metodo di Seed e Idriss $F=1.18$ **LIQUEFACIBILE** (con $d_{50} < 0.25$ mm)**

Per una analisi specifica del rischio di liquefazione si rimanda ai contenuti della relazione geotecnica.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE	GEOLOGIA	
	Relazione geologica e idrogeologica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001	pag.67/68

14. CONCLUSIONI SULLA FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO

Nell'ambito del progetto esecutivo di realizzazione dell'area "Rent a Car" in corrispondenza di un'area nei pressi dell'Aeroporto di Fiumicino, è stato eseguito uno studio geologico teso a delineare le caratteristiche stratigrafiche generali del sottosuolo, nonché a fornire un inquadramento sui caratteri stratigrafici e geologico-tecnici di dettaglio propedeutici alla scelta delle più idonee soluzioni progettuali delle opere di fondazione.

Lo studio eseguito ha consentito di definire un modello geologico e geotecnico del sottosuolo ed è stato realizzato analizzando i dati geognostici ottenuti da prove in sito effettuate in sede di progettazione esecutiva, nonché prendendo in esame i dati forniti da ulteriori indagini realizzate nelle adiacenze dell'area di intervento nell'ambito del progetto di una Sottostazione Elettrica di trasformazione alta tensione/media tensione, ubicata in via V.Lunardi.

Il profilo stratigrafico e il modello geologico-tecnico del sottosuolo può essere rappresentato da una successione litostratigrafica piuttosto omogenea, prevalentemente costituita da una sequenza di sabbie più o meno limose a diverso grado di addensamento, sciolte o poco addensate negli strati superiori, mediamente addensate all'aumentare della profondità da piano campagna, fino a circa 22 metri.

A profondità superiore ai 22/26 metri circa la successione prosegue inferiormente con argille e limi argillosi di medio-bassa consistenza.

In relazione ai risultati delle indagini di progetto esecutivo, per profondità comprese tra il piano campagna attuale e i 20 metri può essere definito il seguente modello geologico-tecnico, descritto dall'alto verso il basso:

- **Unità R** - Terreni di riporto
- **Unità Ss** – Sabbie e sabbie limose sciolte con orizzonti coesivi centimetrici teneri
- **Unità S** – Sabbie medio-fini da poco a mediamente addensate con livelli limo-argillosi decimetrici mediamente consistenti
- **Unità Si** – Sabbie medio-fini debolmente limose da mediamente addensate a localmente addensate.

Dal punto di vista geotecnico, alla luce risultati delle indagini sono stati evidenziati litotipi sabbiosi a modesto grado di addensamento fino a profondità di 4-5 m, seguiti inferiormente da depositi sabbiosi e sabbioso-limosi mediamente addensati fino a profondità dell'ordine dei 15-16 m. A maggiore profondità si rileva la presenza di orizzonti sabbiosi e sabbiosi-limosi localmente più addensati.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA		
	PARTE GENERALE		GEOLOGIA
	Relazione geologica e idrogeologica		Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.GL.RS.001
			pag.68/68

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico locale, il livello piezometrico della falda libera principale in corrispondenza del settore di progetto è distribuito a profondità modeste e comprese tra -1.70 e -2.30 m da piano campagna.

Con riferimento alla Pericolosità e al Rischio idrogeologico, sono state prese in esame le aree di pericolosità geomorfologica e idraulica presenti nel territorio al fine di valutarne eventuali interferenze con l'area oggetto del presente studio. A tal fine, si è allegato uno stralcio delle planimetrie del PAI – Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, nella quale sono riportate le aree a rischio idrogeologico. In relazione a quanto emerso dall'analisi dell'elaborato di Piano, l'area di progetto non ricade in alcun settore a rischio idraulico o idrogeologico.

Nell'ambito del presente studio si è proceduto alla verifica degli aspetti legati alla Microzonazione sismica riferiti al territorio su cui ricade il settore di progetto. Il Comune di Fiumicino ha redatto e validato uno Studio di Microzonazione sismica di Livello 1 e prodotto una Carta delle Zone omogenee in Prospettiva Sismica ("Carta delle MOPS" – Scala 1:10.000). In base allo studio di Microzonazione di Livello 1 l'area occupata del sedime aeroportuale di Fiumicino ricade nelle Zone SA8, SA9, SA10 e SA12 (ognuna delle quali riferita a un tipologico di successione stratigrafica), intese tutte come "*Zone stabili ma suscettibili di amplificazione sismica*" (Regione Lazio, 2013; Comune di Fiumicino, 2012).

Per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio, secondo la più recente proposta di riclassificazione sismica da parte della Regione Lazio il Comune di Fiumicino è inserito in una zona sismica denominata sottozona 3B.

Le prospezioni sismiche eseguite nell'ambito del presente studio hanno consentito di ottenere un valore della velocità media delle onde di taglio nei primi 30 metri Vs30. In considerazione degli esiti complessivi delle indagini a disposizione, per il sottosuolo dell'area di progetto può essere adottata una categoria di sottosuolo di tipo "D" (tab.3.2.II delle NTC 2008).

Con riferimento, infine, alla possibilità di sviluppo di fenomeni di liquefazione, il complesso dei dati litologici e sismici a disposizione lascia ritenere come possibile lo sviluppo di fenomeni di liquefazione all'interno dei depositi sabbiosi presenti fino a profondità dell'ordine dei 14-16 m.

In relazione ai caratteri stratigrafici e geotecnici del sottosuolo, in sede di progettazione degli interventi le maggiori problematiche riguardano pertanto sia le interferenze con la falda molto superficiale in fase di scavo delle vasche previste da progetto, sia la presenza di terreni di fondazione di caratteristiche meccaniche particolarmente scadenti rinvenuti soprattutto tra la base dei riporti superficiali e profondità dell'ordine dei 4-5 metri, rappresentati da depositi sabbiosi incoerenti saturi e poco addensati.