

PROPONENTE



MASTER PLAN 2014-2029

AEROPORTO AMERIGO VESPUCCI FIRENZE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



sede di CARRARA

Via Frassina, 21
54033 CARRARA (MS)
Tel. 0585.855624
Fax 0585.855617

sede di FIRENZE

Via di Soffiano, 15
50143 FIRENZE (FI)
Tel. 055.7399056
Fax 055.713444

RESPONSABILE PROGETTO E COORDINATORE TECNICO:
Ing. Lorenzo TENERANI

NOME ELABORATO

Caratterizzazione idrogeologica dell'areale di intervento e verifica delle interferenze fra opere in progetto e acque sotterranee

CODICE ELABORATO

INT-AMB-02-REL-001

Codice elaborato		INT-AMB-02-REL-001				Scala		
						1:5.000		
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	Emissione per integrazioni VIA	L. Bignotti	Agosto 2015	P. Moschini	Agosto 2015	L.Tenerani	Agosto 2015	T.A. - V. D'Arienzo

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	METODOLOGIA DI STUDIO	3
3.	CENNI DI GEOLOGIA	4
3.1	EVOLUZIONE GEOLOGICA E TETTONICA DEL BACINO FIRENZE-PRATO-PISTOIA	4
3.2	STRATIGRAFIA DEI DEPOSITI (“ORIZZONTI FIRENZE”) E SUBSTRATO	5
3.2.1	<i>Orizzonte Firenze 1</i>	6
3.2.2	<i>Orizzonte Firenze 2</i>	6
3.2.3	<i>Orizzonte Firenze 3</i>	6
3.2.4	<i>Orizzonte Firenze 4</i>	6
3.2.5	<i>Rocce del paleoinvaso</i>	7
3.3	LA GEOLOGIA DELL’AREA AEROPORTUALE	8
4.	IDROGEOLOGIA	13
4.1	GENERALITÀ	13
4.2	LA SUPERFICIE PIEZOMETRICA	13
4.2.1	<i>Generalità</i>	13
4.2.2	<i>Le misurazioni piezometriche effettuate nel bacino Firenze-Prato-Pistoia</i>	14
4.2.3	<i>Risultati delle prove di permeabilità effettuate nella zona dell’aeroporto</i>	18
4.2.4	<i>Risultati delle misurazioni freaticometriche nei piezometri della zona aeroporto</i>	21
4.2.5	<i>Discussione dei dati</i>	23
4.3	L’IDROGEOLOGIA NELLA ZONA DELL’AEROPORTO DI FIRENZE E L’ORIZZONTE FIRENZE 1	24
4.4	PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO – STRALCIO BILANCIO IDRICO	25
5.	INTERFERENZE PREVEDIBILI TRA LA PRESENZA DI ACQUA DI SOTTOSUOLO E LE OPERE PREVISTE DAL MASTER PLAN 2014-2029	26
5.1	OPERE PREVISTE E LORO CARATTERISTICHE SALIENTI	26
5.2	INTERFERENZE TRA LE OPERE PREVISTE E LA PORZIONE SATURA DELL’ORIZZONTE FIRENZE 1	27
5.3	GESTIONE DELLE INTERFERENZE	28
5.3.1	<i>Generalità</i>	28
5.3.2	<i>Drenaggi orizzontali</i>	28
5.3.3	<i>Well point</i>	28
6.	BIBLIOGRAFIA	29
7.	APPENDICE	31
7.1	STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI E DEGLI SCAVI CON ESCAVATORE MECCANICO RELATIVI AL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AI SENSI DEL D.LGS 152/2006 E SMI “NUOVO PIAZZALE OVEST DI SOSTA AEROMOBILI” – RELAZIONE FINALE DELLE INDAGINI ED ALLEGATI (REVISIONE 01)	31

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA IDROGEOLOGIA

1. PREMESSA

Il presente lavoro riguarda lo studio degli aspetti idrogeologici dell'area dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze. Nella costruzione delle grandi opere in aree vaste, specialmente in quelle da realizzare nelle pianure alluvionali, l'idrogeologia rappresenta sempre un aspetto molto importante in quanto le eventuali interferenze che possono venirsi a creare tra le opere in progetto e le acque di sottosuolo, se non sono conosciute nel dettaglio preventivamente, sia in termini qualitativi che quantitativi, possono determinare non pochi problemi durante la fase di cantiere e in quella di esercizio.

Da qui la necessità di redigere il presente studio volto ad un'approfondita definizione del contesto idrogeologico di riferimento, opportunamente supportata da studi e indagini di carattere bibliografico, nonché alla puntuale valutazione delle possibili interferenze con le singole opere in progetto, gli scavi da eseguire e le fondazioni da realizzare.

Lo studio considera inizialmente l'area vasta del bacino intermontano Firenze-Prato-Pistoia, nel quale si colloca la zona di interesse, per poi scendere nel particolare dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze, allo scopo di inquadrare le problematiche nella più ampia situazione generale di tipo regionale ed entrare successivamente nel dettaglio delle opere in progetto.

2. METODOLOGIA DI STUDIO

Lo studio è stato effettuato principalmente su base bibliografica, ricercando la maggiore parte possibile dei dati disponibili, valutandoli attentamente e cercando di definire, anche sulla base della specifica esperienza acquisita, la più affidabile ricostruzione idrogeologica dell'area di intervento.

La ricerca bibliografica ha permesso di rinvenire una serie di dati che, nel loro complesso, sono risultati idonei e adeguati ai fini della presente analisi. La ricerca è stata indirizzata verso le riviste scientifiche che trattano argomenti di geologia e idrogeologia, sia a carattere nazionale che internazionale, quindi sono stati visionati i siti web istituzionali con lo scopo di attingere informazioni dagli eventuali quadri conoscitivi presenti (PIT - Regione Toscana, PTC - Provincia di Firenze, PS - Comuni dell'area circostante l'aeroporto), infine sono stati ricercati i progetti e gli studi realizzati a supporto delle grandi opere dell'area fiorentina, quali tra gli altri la realizzazione della Terza Corsia dell'Autostrada A11 Firenze-Mare, la costruzione del Termovalorizzatore di Case Passerini, la costruzione della Linea 2 dalla Tramvia di Firenze, la realizzazione del Polo Scientifico di Sesto Fiorentino, la realizzazione della Scuola Marescialli di Viale XI Agosto. Non tutti i progetti delle opere citate sono risultati accessibili col medesimo livello di disponibilità e, tra l'altro, non tutti affrontano la componente idrogeologica col medesimo livello di approfondimento.

Tra gli studi ritenuti particolarmente utili vi sono quelli inerenti gli interventi di realizzazione della Terza Corsia dell'Autostrada A11 Firenze-Mare, di costruzione del Termovalorizzatore di Case Passerini e di costruzione della Linea 2 dalla Tramvia di Firenze.

Il presente studio rappresenta, quindi, la sintesi delle principali conoscenze disponibili, opportunamente rinvenute ed elaborate.

3. CENNI DI GEOLOGIA

3.1 EVOLUZIONE GEOLOGICA E TETTONICA DEL BACINO FIRENZE-PRATO-PISTOIA

L'area dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze si trova ubicata nella parte sud orientale del Bacino fluvio-lacustre di Firenze-Prato-Pistoia che si sviluppa in direzione appenninica, quindi NW-SE, per una lunghezza di circa 45 km e una larghezza di 10 ed è posto alla quota compresa tra 40 e 60 m sul livello del mare con una media di circa 45 m sul livello del mare.

Il bacino è caratterizzato in prevalenza dalla presenza in affioramento dei terreni costituenti la pianura alluvionale deposta dal Fiume Arno e dai suoi affluenti principali e in parte dalla presenza di rilievi collinari, spesso con la sommità con forma tabulare.

Il raccordo tra la pianura e detti corpi collinari avviene con versanti caratterizzati da una bassa acclività. Il bacino Firenze-Prato-Pistoia si è formato a partire dal Pliocene Superiore in seguito all'attività tettonica disgiuntiva neogenica, che ha permesso l'instaurarsi di un esteso ambiente deposizionale di tipo fluvio-lacustre e l'accumulo di ingenti coltri di sedimenti.

In tale area, limitata da faglie dirette a direzione appenninica, localizzate nei bordi, si è quindi instaurato, a partire dal Villafranchiano inferiore (Pliocene Superiore), un ambiente di deposizione continentale di tipo fluvio-lacustre. Questa teoria di tipo classico recentemente è stata confutata da alcuni Autori i quali hanno ipotizzato un nuovo schema evolutivo, con l'individuazione del bacino causata dalla riattivazione di *thrusts* che avrebbero determinato l'evoluzione delle depressioni tettoniche in un regime compressivo tipo *piggy-back basins*.

Durante il colmamento del bacino, la conca di Firenze si è svuotata nel bacino di Prato-Pistoia a causa di un sollevamento differenziale, legato allo sviluppo di faglie trasversali al bacino stesso, a direzione antiappenninica, che l'ha innalzata rispetto al resto della depressione tettonica. Nella piana di Firenze, ormai prosciugata, si è quindi instaurato un reticolo fluviale che, incidendo i sedimenti fluvio-lacustri precedentemente depositati, andava a sfociare nella parte residuale del bacino, quello della porzione più occidentale, nell'area di Prato-Pistoia, ancora interessata da una fase lacustre, formando una conoide. Durante le fasi evolutive successive si determinò una sedimentazione di tipo lacustre solamente nella porzione occidentale del bacino, quella di Prato-Pistoia, quindi, dopo il riempimento della depressione, si andò sviluppando un reticolo fluviale e a tratti un ambiente palustre (Quaternario recente).

Un ruolo di primaria importanza nell'evoluzione sedimentaria del bacino Firenze-Prato-Pistoia, oltre che la tettonica, l'hanno giocato anche gli immissari, tra cui principalmente l'Ombrone nella zona di Pistoia, il Bisenzio nell'area di Prato e il paleo Ema a Firenze, con una notevole differenziazione nei caratteri sedimentari, e quindi nelle litologie dei terreni di sottosuolo, fra le aree poste nelle zone marginali del bacino, cioè allo sbocco degli immissari nel bacino, e quelle più distali localizzate nella parte centrale del lago.

Le *facies* scaturite durante la deposizione di centro lago, costituite principalmente da potenti accumuli di argille e argille limose di colore grigio azzurro, contenenti livelli di lignite e torba, rappresentano depositi di decantazione lenta. Nella zona del depocentro, cioè in quella dove è avvenuta la massima deposizione del bacino in termini di potenza, posta grosso modo in corrispondenza dell'abitato di Campi Bisenzio, lo spessore di questi accumuli sedimentari raggiunge e supera i 500 m, come testimoniato da una perforazione effettuata nell'area delle Officine Galileo Galilei, presso il confine dei Comuni di Calenzano e Campi Bisenzio, che è stata spinta fino 600, senza intercettare il substrato roccioso.

Nelle aree marginali del bacino lacustre, in corrispondenza dello sbocco dei principali corsi d'acqua, si sono formate alcune conoidi a tratti coalescenti tra di loro, caratterizzate da una sedimentazione costituita in prevalenza da materiali grossolani (ghiaie, ciottoli e più raramente sabbie).

La superficie topografica attuale permette ancora oggi di osservare, ad esempio in corrispondenza dell'abitato di Sesto Fiorentino, il sistema di conoidi coalescenti del Torrente Rimaggio e del Torrente Zambra. Un altro conoide di una certa importanza è quello formato dal Torrente Marina.

A maggior distanza dall'apice delle conoidi il sistema sedimentario si trasformava in *fan* delta lacustri e la

sedimentazione grossolana avveniva assieme a materiale fine che ne costituiva la matrice la quale oggi ha come effetto quello di limitare anche sensibilmente la permeabilità del deposito.

La parte più superficiale della sedimentazione ha prodotto prevalenti sedimenti limosi caratterizzati dall'abbondanza di noduli carbonatici che, quando sono presenti in maggiori concentrazioni, determinano una notevole compattezza del deposito.

In prossimità degli abitati di Calenzano e di Campi Bisenzio sono presenti lenti di ghiaie e ciottoli. Fra Calenzano e Castello si trovano depositi caratterizzati da minore permeabilità in quanto gli immissari sono caratterizzati da un bacino idrografico poco esteso. La parte centrale e meridionale della pianura fiorentina è stata quasi sempre in condizioni lacustri e palustri con sedimentazione fine di limi e argille; solo raramente, nella prima fase sedimentaria del bacino, in corrispondenza delle fasi climatiche più fredde e quindi con maggior produzione di materiale costituito da clasti, i corsi d'acqua spingevano i loro sedimenti fino al centro del bacino.

3.2 STRATIGRAFIA DEI DEPOSITI (“ORIZZONTI FIRENZE”) E SUBSTRATO

Osservando la carta geologica reperibile sul sito web della Regione Toscana, e in particolare l'estratto dall'elemento 263150, disegnato sulla base topografica in scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale, nella zona dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze affiorano, al di sotto di alcuni decimetri di suolo vegetale e/o di materiale di riporto, depositi recenti di origine alluvionale.

Si tratta, in particolare, di materiale sabbioso, limoso e argilloso messo in posto durante il secondo ciclo di terrazzamenti del fiume Arno (*bna2* – nella carta geologica citata).

La geologia del sottosuolo dell'area fiorentina e delle aree immediatamente limitrofe è stata ricostruita da vari Autori attraverso l'esame di alcune migliaia di stratigrafie di pozzi perforati principalmente per il reperimento di acqua di sottosuolo, di sondaggi geognostici, di prove penetrometriche statiche e dinamiche, di saggi, scavi e pozzetti esplorativi effettuati con escavatore meccanico.

All'interno dei depositi di riempimento del bacino è stato, quindi, possibile riconoscere quattro successive fasi di deposizione che sono state numerate progressivamente dalla più recente alla più antica e denominate “orizzonti Firenze”.

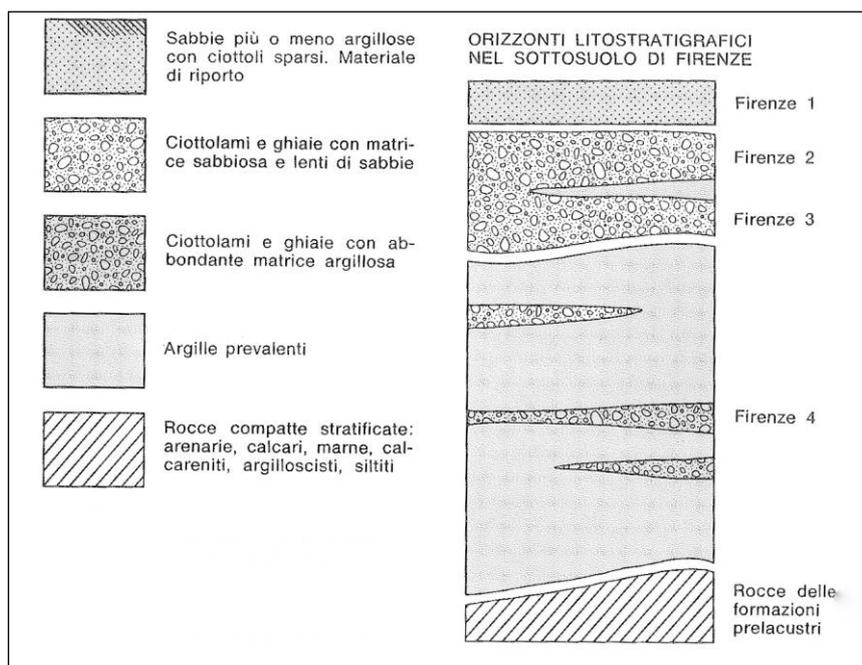


Figura 1. Orizzonti stratigrafici presenti nel sottosuolo dell'area di Firenze (Capecchi et alii, 1975b).

3.2.1 Orizzonte Firenze 1

È lo strato più superficiale, costituito in massima parte da materiale deposto dal Fiume Arno e dai suoi affluenti durante le piene e presenta uno spessore che oscilla tra 3 e 9 m.

L'orizzonte Firenze 1 di regola è composto da sabbia fine con argilla; le ghiaie e i ciottoli sono frequentemente dispersi nel banco mentre sono molto più rare piccole lenti di argilla. In varie località l'orizzonte Firenze 1 è composto da sabbie anche grossolane e relativamente pulite come, per esempio, in zone in prossimità dell'Arno (Anconella).

L'orizzonte Firenze 1 può essere ritenuto di età attuale in quanto, ad esempio, l'alluvione del 1966 lasciò nelle aree alluvionate uno strato di limo spesso anche fino a 0,3 m.

3.2.2 Orizzonte Firenze 2

È composto da ciottolami, ghiaie e sabbie. Si tratta di depositi fluviali incoerenti che presentano notevoli e rapide variazioni granulometriche, sia in senso orizzontale, sia verticale. La frazione argillosa è di solito assai scarsa tanto da conferire complessivamente una buona permeabilità.

In questo intervallo sono presenti sottili lenti di argilla plastica di colore giallo-rossastro. Lo spessore di questo orizzonte è molto variabile; diminuisce gradualmente verso i margini della pianura e verso ovest.

Lo spessore complessivo dell'orizzonte Firenze 2 varia da 0 a 22 m e l'età risulta compresa tra l'ultimo interglaciale e l'attuale.

3.2.3 Orizzonte Firenze 3

È costituito da ciottolami, ghiaie e sabbie, con una matrice argillosa più abbondante che nei sedimenti macroclastici dell'orizzonte Firenze 2 soprastante, tanto da risultare mediamente meno permeabile. L'argilla a tratti è presente anche in lenti.

Dal punto di vista litologico i ciottoli sono molto eterogenei: prevalgono le litologie con calcari e calcareniti provenienti dalle Formazioni di Monte Morello e di Sillano, ma sono presenti anche ciottoli, in genere molto alterati, di arenaria provenienti dalle formazioni della Pietraforte e del Macigno dei Monti del Chianti.

La maggior percentuale di matrice argillosa nei sedimenti più grossolani fa pensare a un deposito lacustre prossimale, ubicato in corrispondenza dello sbocco di un fiume, con fasi di avanzamento e retrocessione della linea di riva del lago.

L'orizzonte Firenze 3 è in genere separato dall'orizzonte Firenze 2 da uno strato di argilla di colore turchino, probabilmente di origine palustre-lacustre e nelle poche zone dove quest'ultimo viene a mancare, i due orizzonti ciottolosi non possono essere distinti con certezza in quanto mostrano una sostanziale continuità deposizionale. L'età dell'orizzonte Firenze 3 è Pleistocene medio-superiore.

3.2.4 Orizzonte Firenze 4

È costituito da argille di deposizione lacustre, compatte di colore turchino, più raramente giallastro, talora con presenza di lignite e torba. A vari livelli sono presenti lenti di ghiaie e ciottoli, più raramente di sabbie; in questi strati la matrice argillosa è quasi sempre abbondante, tanto da limitare notevolmente la permeabilità del deposito.

Nella parte basale delle argille lacustri, al contatto con le rocce del paleoinvaso, è talora presente un piccolo livello di 1-3 metri di spessore di ciottoli marnosi bianchi tipo "alberese" e subordinatamente da arenarie calcaree tipo Pietraforte e calcareniti.

Lo spessore dell'orizzonte Firenze 4 è determinato dalla quota del fondo lago; infatti, all'Anconella lo spessore si aggira intorno a 70 metri, nel centro città è sui 25 metri, aumentando rapidamente verso le Cascine fino a superare i 300 metri nella zona di San Donnino.

3.2.5 Rocce del paleoinvaso

Al di sotto dei quattro orizzonti Firenze sono logicamente presenti le rocce che costituiscono il fondo e i fianchi dell'antico bacino lacustre. Esse appartengono alle stesse formazioni geologiche che affiorano nelle colline circostanti e in particolare si ritiene che nella zona urbana di Firenze i sedimenti lacustri si appoggino in prevalenza su rocce appartenenti al Supergruppo della Calvana, soprattutto alla Formazione di Sillano e alla Pietraforte. Al bordo settentrionale del paleo-lago, nella zona di Castello e di Firenze nord, i sedimenti fluvio-lacustri si appoggiano anche su rocce appartenenti alla Formazione di Monte Morello e al Macigno dei Monti del Chianti più o meno fratturate e fagliate.

Con il rilevamento della Carta Geologica d'Italia, disegnata sulla base topografica in scala 1:50.000, sono stati nuovamente denominati, in chiave moderna i terreni presenti nelle varie aree e quindi hanno subito la stessa sorte anche gli orizzonti Firenze (1, 2, 3 e 4) e le rocce originatesi precedentemente. La nuova nomenclatura introdotta ha comportato, come conseguenza, una serie di cambiamenti che possono essere schematizzati come riportato di seguito.

orizzonte Firenze 1	Sistema del Fiume Arno
orizzonte Firenze 2	
orizzonte Firenze 3	Sistema di Firenze
orizzonte Firenze 4	Sistema del bacino Firenze-Prato-Pistoia
substrato prelacustre	Formazione di Sillano, Pietraforte

Figura 2. Orizzonti stratigrafici presenti nel sottosuolo dell'area di Firenze e nuova nomenclatura stratigrafica.

3.3 LA GEOLOGIA DELL'AREA AEROPORTUALE

Dalla presa visione e dalla lettura dei lavori scientifici e di quelli redatti per la costruzione delle diverse opere (Linea 2 della Tramvia, ampliamento alla Terza corsia dell'Autostrada A11, Termovalorizzatore di Case Passerini) appare evidente che la zona dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze è interessata dall'affioramento del cosiddetto orizzonte Firenze 1.

La zona in esame si trova ubicata in una posizione prossima al margine settentrionale del bacino Firenze-Prato-Pistoia, ma nonostante ciò lo spessore dei sedimenti raggiunge, in questa porzione di territorio, i 300 metri (Aiello, 2015). La morfologia dell'area aeroportuale appare sostanzialmente pianeggiante, anche se non mancano piccole zone leggermente depresse con affioramenti idrici e altre addirittura impaludate.

Nella zona aeroportuale e in quelle immediatamente limitrofe ad essa, in passato, sono stati eseguiti diversi sondaggi, alcuni a carotaggio continuo, altri a distruzione di nucleo, a vario scopo e le loro stratigrafie hanno permesso di redigere un modello geologico-stratigrafico che può essere utile per procedere all'interpretazione geologica e idrogeologica.

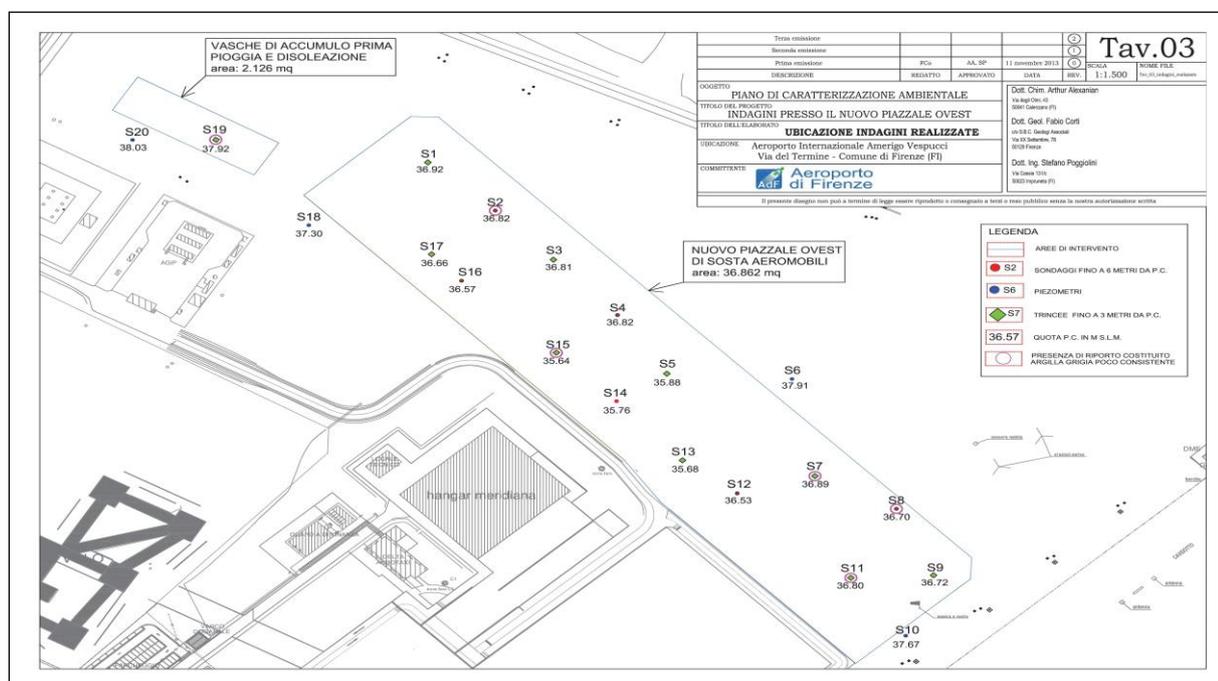


Figura 3. Ubicazione delle indagini di cui al Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/06 “Nuovo piazzale ovest di sosta aeromobili” - Relazione finale delle indagini ed allegati (Revisione 01)

Le informazioni relative ai sondaggi eseguiti sono state acquisite da quattro diversi elaborati:

- Relazione geologica e idrogeologica. Impianto di recupero energia da incenerimento di rifiuti non pericolosi loc. Case Passerini – Sesto Fiorentino (Fi), redatto dal dr. geol. Alessandro Grigioni nel settembre 2010 e successivamente integrato;
- Quadro di riferimento ambientale: relazione. Autostrada A11 Firenze - Pisa Nord: ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze – Pistoia. Progetto definitivo. Studio di Impatto Ambientale. Spea Ingegneria Europea – Autostrade per l'Italia (in Bibliografia AA.VV., 2011);
- Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/06 “Nuovo piazzale ovest di sosta aeromobili” - Relazione finale delle indagini ed allegati (Revisione 01) redatto nel novembre 2013;
- Relazione tecnica specialistica – Aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici – R02 – Masterplan 2014 – 2029 Aeroporto Amerigo Vespucci – Firenze redatto dal dr. geol. Eros Aiello nel febbraio del 2015.

Nel primo lavoro esaminato (Grigioni, 2012) vengono riportati gli esiti di una serie di campagne di indagine

geognostica svolte negli anni 1994, 1998, 2001, 2003 e 2004 nella zona del Polo impiantistico di Case Passerini. Da queste campagne geognostiche è stato possibile estrarre un modello del sottosuolo che può essere riassunto come segue (i nomi degli orizzonti sono esattamente quelli della relazione citata):

- orizzonte A - da 0,00 a 1,00 m terreno marrone costituito da una litologia argillosa;
- orizzonte B - da 1,00 a 29,50 m argilla limosa a tratti debolmente sabbiosa marrone e grigia con screziature gialle; a tratti possono essere presenti torbe e rare lenti ghiaiose;
- orizzonte C - da 29,50 a 32,10 m ghiaie poligeniche a tratti con sabbie grossolane il tutto in abbondantissima matrice argillosa;
- orizzonte D - da 32,10 a 43,30 m argilla limosa di colore marrone e grigio;
- orizzonte E - da 43,30 a 45,30 m ghiaie poligeniche calcaree e arenacee in abbondante matrice argilloso limosa;
- orizzonte F - da 45,30 a 55,00 m argilla limosa di colore marrone e grigio;
- orizzonte G - da 55,00 a 61,30 m limo argilloso grigio;
- orizzonte H - da 61,30 a 70,00 m argilla limosa grigia con presenza di livelli di torba.

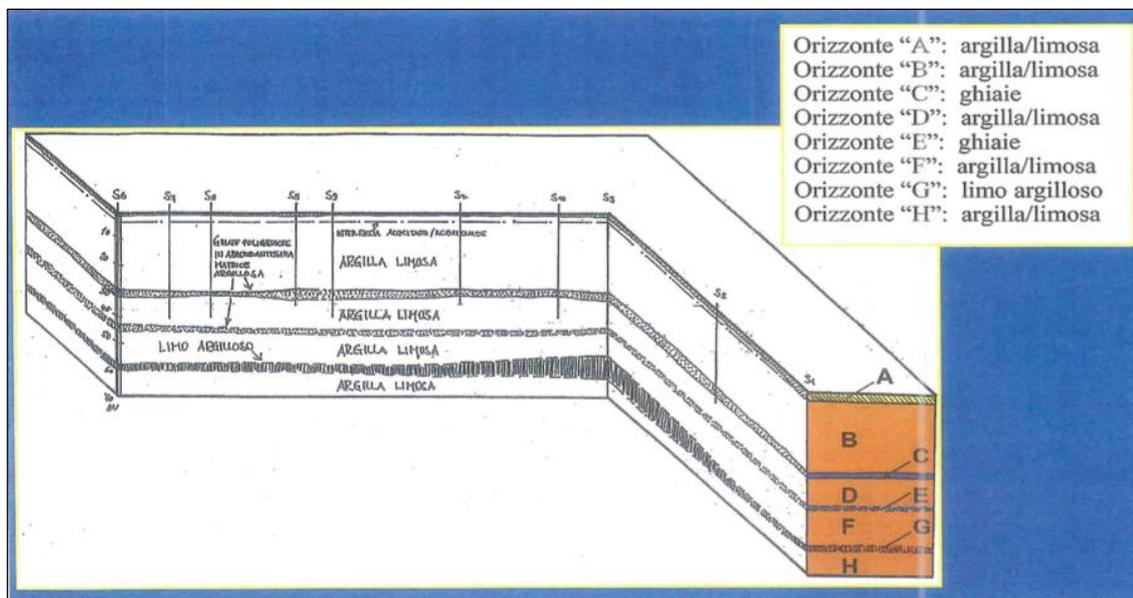


Figura 4. Sezione geologica interpretativa con l'indicazione dei rapporti stratigrafici fra gli orizzonti litologici presenti nell'area del Polo impiantistico di Case Passerini (estratto da Grigioni, 2012).

Nel secondo lavoro esaminato si ha un solo punto che fornisce dati di un certo interesse per il presente studio, ed è rappresentato da una stratigrafia di un sondaggio e dal relativo commento. In questo sondaggio, eseguito al km 1 + 164 dell'Autostrada A11 Firenze -Mare, in corrispondenza del progettato cavalcavia di Via dei Giunchi, si nota chiaramente come il sottosuolo della zona aeroportuale sia interessato dall'affioramento di terreni fini fino ad almeno 25 m al di sotto del piano di campagna, mentre più a ovest vi sia la presenza di una lente ghiaiosa.

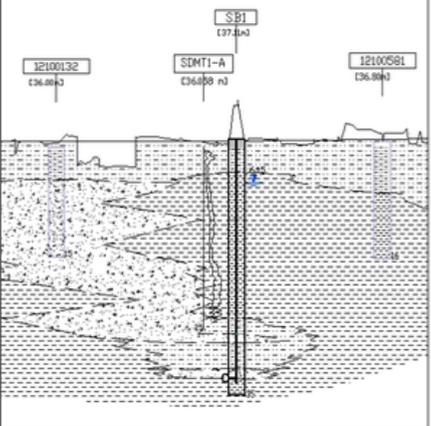
Opera d'arte	descrizione	Profilo geologico
<p>Nuovo cavalcavia via dei Giunchi Pk km 1+164</p>	<p>L'area di imposta del cavalcavia è caratterizzata in affioramento da terreni granulari appartenenti alla Litofacies B (sond SB 1 e indagini pregresse). Si ha uno spessore di circa 4 – 5 metri seguito da terreni prettamente coesivi (Litofacies coesiva A) fino alla profondità di circa 25 metri da piano campagna dove si rileva nuovamente la presenza di limi sabbiosi intervallati da modesti livelli di sabbia ghiaiosa. Il volume di interesse progettuale potrebbe essere interessato dalla presenza di un'ampia lente ghiaiosa presente ad ovest dell'opera a partire da profondità di circa 5 – 6 metri da piano campagna.</p> <p>Il piezometro nel sond SB1 rileva una soggiacenza di circa 6.20 m.</p>	

Figura 5. Stratigrafia del sondaggio per il cavalcavia di Via dei Giunchi per la realizzazione della Terza Corsia dell'Autostrada A11 Firenze - Mare (estratto da AA.VV., 2011).

Nel terzo lavoro esaminato sono presenti le stratigrafie di n. 10 (dieci) sondaggi, di cui n. 4 (quattro) aventi la profondità di 12 m e n. 6 (sei) aventi la profondità di 6 m, e di n. 10 (dieci) scavi con escavatore meccanico ubicati come in figura 3. Le stratigrafie sono riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** al presente documento.

I sondaggi sono stati eseguiti mediante carotaggio continuo a secco con diametro di 101 mm e rivestimento provvisorio di 127 mm; per la perforazione è stata utilizzata una sonda idraulica Hydra Joy 4 montata su carro cingolato.

I sondaggi che hanno raggiunto la profondità di 12 m sono riportati nella precedente Figura 3 con le sigle S6, S10, S18, S20; i sondaggi che hanno raggiunto la profondità di 6 m sono riportati con le sigle S2, S4, S8, S12, S14, S16.

I saggi con escavatore a benna rovescia hanno raggiunto la profondità massima di 3,8 m dal piano di campagna. L'ubicazione degli scavi effettuati con escavatore meccanico è riportata in Gigura 3 e gli stessi sono identificati con le sigle S1, S3, S5, S7, S9, S11, S13, S15, S17, S19.

L'area in cui è stata effettuata l'indagine descritta è, dunque, caratterizzata dalla presenza di terreni sciolti aventi caratteristiche litologiche riconducibili ad argilla con presenza di limo, con una scarsa variabilità laterale e verticale. Nei primi 25 - 30 metri al di sotto del piano di campagna dell'area aeroportuale, è da tempo nota la presenza di litologie simili, spesso anche con una maggiore quantità di argilla. Localmente possono essere presenti lenti e livelli caratterizzati da una granulometria sabbiosa e ghiaiosa che si collocano tra i 20 e i 30 metri di profondità (orizzonti Firenze 2 e 3) al di sotto del piano di campagna. I sondaggi e gli scavi realizzati hanno ulteriormente confermato la presenza di terreni a granulometria fine almeno fino alla profondità di 12 m al di sotto del piano di campagna.

Nel quarto lavoro esaminato sono state analizzate altre indagini realizzate all'interno del perimetro aeroportuale e nelle zone limitrofe. Nell'area aeroportuale, nel 1999 sono stati eseguiti n. 3 (tre) sondaggi aventi la profondità di 15 m e denominati Sp1, Sp2, e Sp3.

Sondaggio Sp1

- 0,00 – 1,60 m terreno di riporto;
- 1,60 – 13,00 m argille limose e argille limoso-sabbiose con intercalazioni di sottili livelli a predominanza

sabbiosa, sovrastanti delle argille e delle argille sabbiose.

Sondaggio Sp2

- 0,00 – 1,50 m terreno di riporto;
- 1,50 – 7,00 m livelli di spessore medio di 1,5 – 2,0 m composti da argille limose e argille sabbiose;
- 7,00 – 12,00 m argille sabbiose di circa 5,0 m;
- 12,00 – 15,00 m livelli di spessore medio di 1,5 – 2,0 m composti da argille limose e argille sabbiose

Sondaggio Sp3

- 0,00 – 1,50 m terreno di riporto;
- 1,50 – 4,50 m argille limose;
- 4,50 – 6,50 m argille sabbiose di circa 2,0 m,
- 6,50 – 15,00 m intercalazione di livelli argilloso-limosi e livelli argilloso-sabbiosi

Nell'area aeroportuale sono stati inoltre eseguiti due sondaggi denominati *Sf1-Sf2*.

Sondaggio Sf1

- 0,00 – 1,80 m terreno di riporto;
- 1,80 – 13,00 m argille limose;
- 13,0 – 15,00 m argille limose debolmente sabbiose.

Sondaggio Sf2

- 0,00 – 1,10 m suolo agricolo;
- 1,10 – 5,10 m argille limose;
- 5,10 – 12,00 m argille sabbiose;
- 12,00 – 15,00 m intercalazione di livelli più argillosi a livelli più sabbiosi.

Stante la necessità di verificare la presenza di orizzonti acquiferi a profondità comprese tra i 25 e i 35 metri sono stati eseguiti n. 2 sondaggi profondi 40 m denominati *Se1* e *Se2*.

Sondaggio Se1

- 0,00 – 2,00 m terreno di riporto;
- 2,00 – 6,00 m argille limose;
- 6,00 – 16,50 m argilla più o meno sabbiosa con presenza di intercalazioni aventi uno spessore di 0,7 m di livelli ghiaiosi in abbondante matrice argillosa;
- 16,50 – 23,00 m argilla sabbiosa;
- 23,00 – 30,00 m sabbie grossolane molto sporche nelle quali talvolta prevale la matrice più fine argilloso-limosa;
- 30,00 - 34,00 m strato di pezzame lapideo con i clasti più o meno arrotondati inclusi in una matrice argillosa a volte prevalente;
- 34,00 – 39,00 m sabbie grossolane molto sporche nelle quali talvolta prevale la matrice più fine argilloso-limosa;
- 39,00 – 40,00 m argille.

Sondaggio Se2

- 0,00 – 1,70 m suolo agricolo;
- 1,70 – 10,70 m argille limose;

- 10,70 – 18,50 m argilla sabbiosa con intercalazioni di livelli di sabbia argillosa;
- 18,50 – 19,50 m brecciolino in matrice argilloso-limosa;
- 19,50 – 29,50 m argille limoso-sabbiose;
- 29,50 – 34,00 m argilla sabbiosa;
- 34,00 – 40,00 m brecciolino e ghiaia in abbondante, e a volte prevalente, matrice argillosa.

Lungo la pista aeroportuale sono stati eseguiti nel 2005 n. 7 (sette) sondaggi denominati da S1 a S7, di cui 4 (quattro) profondi 10 m e 3 (tre) profondi 5 m.

Nella zona centrale tra l'edificio arrivi a ovest e l'hangar ad est nel 2007 è stato perforato un sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 25 metri al di sotto del piano campagna.

Nel 2009 è stato realizzato un sondaggio a carotaggio continuo denominato S1 spinto fino alla profondità di 32 metri dal piano campagna per l'esecuzione di una prova down-hole.

Nell'area contigua all'Aeroporto nel 2001 sono stati realizzati n. 18 sondaggi a rotazione di profondità compresa tra 10,0 m e 30,0 m (tra la sede autostradale e l'area dell'IKEA).

Con i dati ricavabili dal secondo studio analizzato, e descritti sopra, è stato possibile ricavare un modello stratigrafico che può essere sintetizzato come segue (dalla quota del piano di campagna in profondità):

- da 0,00 a 2,00 m suolo vegetale oppure terreno di riporto
- da 2,00 a 13,00 m argilla limosa con livelli più o meno sabbiosi
- da 13,00 a 20,00 m argilla limoso-sabbiosa
- da 20,00 a 34,00 m pezzame lapideo arrotondato e non in abbondante matrice argilloso-limosa
- da 34,00 a 40,00 m sabbie e pezzame lapideo arrotondato e non in abbondante matrice argilloso-limosa.

4. IDROGEOLOGIA

4.1 GENERALITÀ

A partire dagli anni Settanta del secolo scorso l'idrogeologia del bacino Firenze-Prato-Pistoia è stata studiata costantemente e molto in dettaglio. In alcune zone vi è una tale concentrazione di dati di sottosuolo (stratigrafie e misure piezometriche) che le ricostruzioni stratigrafiche, e di conseguenza idrogeologiche, sono fin troppo semplici; in altre aree i dati diminuiscono anche notevolmente ma resta il fatto che la zona è oramai abbastanza nota nel suo complesso. Quello che appare subito evidente, dopo avere studiato ed esposto le caratteristiche geologiche dell'area, è che gli orizzonti produttivi di maggiore interesse dal punto di vista idrico, cioè quei livelli caratterizzati da elevata permeabilità e dalla presenza di acqua, sono i cosiddetti orizzonte Firenze 2 e orizzonte Firenze 3, corrispondenti rispettivamente alla porzione inferiore del Sintema del Fiume Arno e al Sintema di Firenze. Volendo reperire acque di sottosuolo è necessario, quindi, perforare pozzi che vadano a intercettare gli acquiferi appena individuati.

4.2 LA SUPERFICIE PIEZOMETRICA

4.2.1 Generalità

A partire dagli anni Settanta del secolo scorso sono state eseguite numerose ricostruzioni della superficie piezometrica del bacino Firenze-Prato-Pistoia e, in particolare, dell'area fiorentina e delle zone immediatamente limitrofe. Dette ricostruzioni sono relativamente semplici da redigere grazie alla misurazione dei livelli piezometrici che possono essere eseguite nei numerosissimi pozzi per approvvigionamento idrico presenti. Ciò che deve essere sottolineato, perché appare di fondamentale importanza per lo scopo del presente studio, è che relativamente alle misure effettuate si tratta di livelli piezometrici, pertanto le cartografie che sono state prodotte riportano le linee isopiezometriche, cioè linee che uniscono i punti in cui la superficie piezometrica ha la medesima quota rispetto al livello del mare.

In caso di un acquifero¹ libero la superficie piezometrica corrisponde alla reale quota della falda freatica, mentre nel caso di un acquifero confinato, o semiconfinato, la superficie piezometrica misurata nei pozzi corrisponde a una quota fittizia, non reale, della falda nel terreno: la quota dell'acqua raggiunta nel pozzo, in questo caso, è determinata infatti dalla pressione dovuta alla differenza di carico tra la zona di alimentazione e l'opera di captazione considerata.

La superficie piezometrica che da sempre viene misurata nel bacino Firenze-Prato-Pistoia, e in particolare nella zona fiorentina, è molto spesso quella relativa agli orizzonti Firenze 2 e 3 che sono acquiferi liberi o talvolta semiconfinati. In alcune zone marginali della pianura, come ad esempio proprio nell'area aeroportuale, si ha una falda semiconfinata, in quanto il livello piezometrico si colloca in corrispondenza dei limi sabbiosi, talora limosi e argillosi di copertura, appartenenti all'orizzonte Firenze 1, che ha le caratteristiche tipiche di un acquitardo².

Infatti nel caso in cui lo strato di terreno superficiale fosse costituito da limi con argille, ossia in presenza di una permeabilità bassa o molto bassa, l'acquifero sottostante va considerato confinato e spesso si è in presenza di una falda in pressione. Come già accennato, questa situazione si verifica a esempio nella zona di territorio compresa tra Novoli e Castello, dove l'acquifero è rappresentato da ghiaie con matrice limosa, a bassa permeabilità, e il livello idrico nei pozzi spesso corrisponde alla pressione idrostatica nell'acquifero. Stessa situazione è presente anche nella zona aeroportuale dove affiora l'orizzonte Firenze 1 al di sopra dell'orizzonte Firenze 2 che, quindi, ha le sembianze di acquifero semiconfinato e il livello piezometrico, spesso molto prossimo a livello del piano di campagna, è legato proprio alle caratteristiche appena descritte (si veda in seguito).

¹ *Acquifero*: roccia o terreno permeabile che può contenere acqua e ne garantisce lo scorrimento con velocità compatibile con un normale utilizzo.

² *Acquitardo*: roccia o terreno semipermeabile che può contenere acqua che scorre lentamente e in condizioni particolari con velocità inferiore a quella dell'acquifero e superiore a quella dell'acquicludo (*Acquicludo*: roccia o terreno impermeabile che può contenere acqua che non è libera di scorrere oppure scorre così lentamente che non può essere utilizzata).

4.2.2 Le misurazioni piezometriche effettuate nel bacino Firenze-Prato-Pistoia

In bibliografia sono presenti molte carte piezometriche della zona di interesse. Le principali sono riportate in ordine cronologico nell'elenco che segue:

- 1970: si tratta della tavola V, allegata al lavoro di Capecchi et alii, 1975b (Figura 6). La carta tematica rappresenta la situazione rilevata nell'ottobre del 1970, è stata redatta per l'area fiorentina e nella zona dell'aeroporto riporta che la superficie piezometrica presenta una soggiacenza compresa tra 2,5 e 16 m.
- 1971: si tratta della tavola V allegata al lavoro di Capecchi et alii, 1975b (Figura 7). La carta tematica rappresenta la situazione rilevata nel maggio 1971, è stata redatta per l'area fiorentina e nella zona dell'aeroporto riporta che la superficie piezometrica presenta una soggiacenza compresa tra 0 e 2,80 m.
- 1992: si tratta della tavola allegata al lavoro di Gargini & Pranzini, 1994 (Figura 8). La carta tematica rappresenta la situazione rilevata nel maggio 1992, è stata redatta per l'intero bacino Firenze-Prato-Pistoia e quindi anche per la zona dell'aeroporto di Firenze la quale mostra una situazione del tutto analoga a quella già analizzata dell'ottobre 1970.
- 1997: si tratta della tavola 1 allegata al lavoro di Boccaletti et alii, 1998 (Figura 9). La carta tematica rappresenta la situazione rilevata nel gennaio 1997, è stata redatta per l'area fiorentina e mostra la una situazione del tutto analoga a quella dell'ottobre 1970 e del maggio 1992.
- 2002: si tratta di una elaborazione presente sul sito web del Comune di Firenze raggiungibile all'indirizzo <http://maps.comune.fi.it/geo/>. Le misure sono quelle rilevate nel febbraio 2002.
- 2007: si tratta di una elaborazione presente sul sito web del Comune di Firenze raggiungibile all'indirizzo <http://maps.comune.fi.it/geo/>. Le misure sono quelle rilevate nel 2007, non ne conosciamo il mese.

Molto importanti sono le considerazioni che possono essere fatte a proposito delle differenze occorrenti tra la quota del livello statico e di quello dinamico.

Al momento della misura del livello in un pozzo, qualora esso non fosse in emungimento, si può parlare di livello statico; al momento della messa in produzione il livello nel pozzo inizia ad abbassarsi e se la portata di esercizio è minore alla portata critica il livello si stabilizzerà. In ogni caso se un pozzo è in emungimento il livello misurato corrisponderà al livello dinamico.

Le misure effettuate del livello piezometrico dovrebbero essere corrispondenti al livello statico (infatti in un acquicludo e/o in un acquitardo si assiste di regola a un rapido abbassamento del livello in caso di pompaggio che può interessare anche diversi metri o decine di metri), ma ciò è vero solo in pochi casi (Capecchi et alii, 1975b).

Nel SIT del Comune di Firenze precedentemente indicato, così come riportato nelle figure seguenti, è possibile consultare alcune elaborazioni che rappresentano le superfici piezometriche. Le date di rilevamento sono rispettivamente 1970, 1971, 1997, 2002, 2007, 2008, 2010. Le rappresentazioni redatte con i dati rilevati nel 1970 e nel 1971 sono relative alla pubblicazione Capecchi ed alii, 1975b, quella predisposta con i dati misurati nel 1997 corrisponde a quella della pubblicazione Boccaletti et alii, 1998, di quelle del 2002 e del 2007 non siamo riusciti a risalire alla fonte, quelle elaborate sulla base dei dati misurati nel 2008 e nel 2010 si riferiscono solamente alla zona del centro città e quindi non interessano l'area aeroportuale.

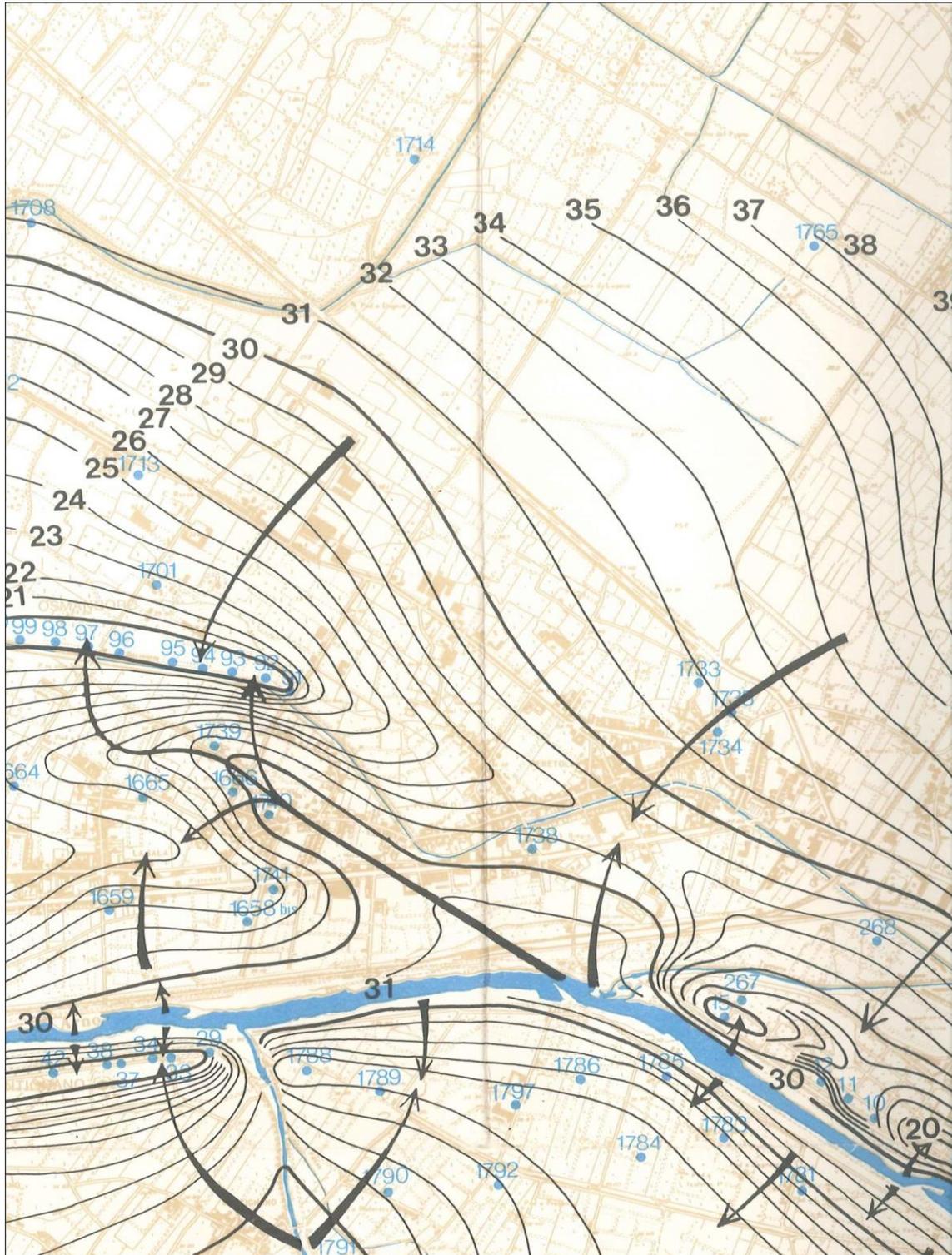


Figura 1 - Carta della superficie piezometrica nell'area dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze nell'Ottobre 1970. Estratto della tavola V, allegata al lavoro di Capecchi et alii, 1975b. Fuori scala.

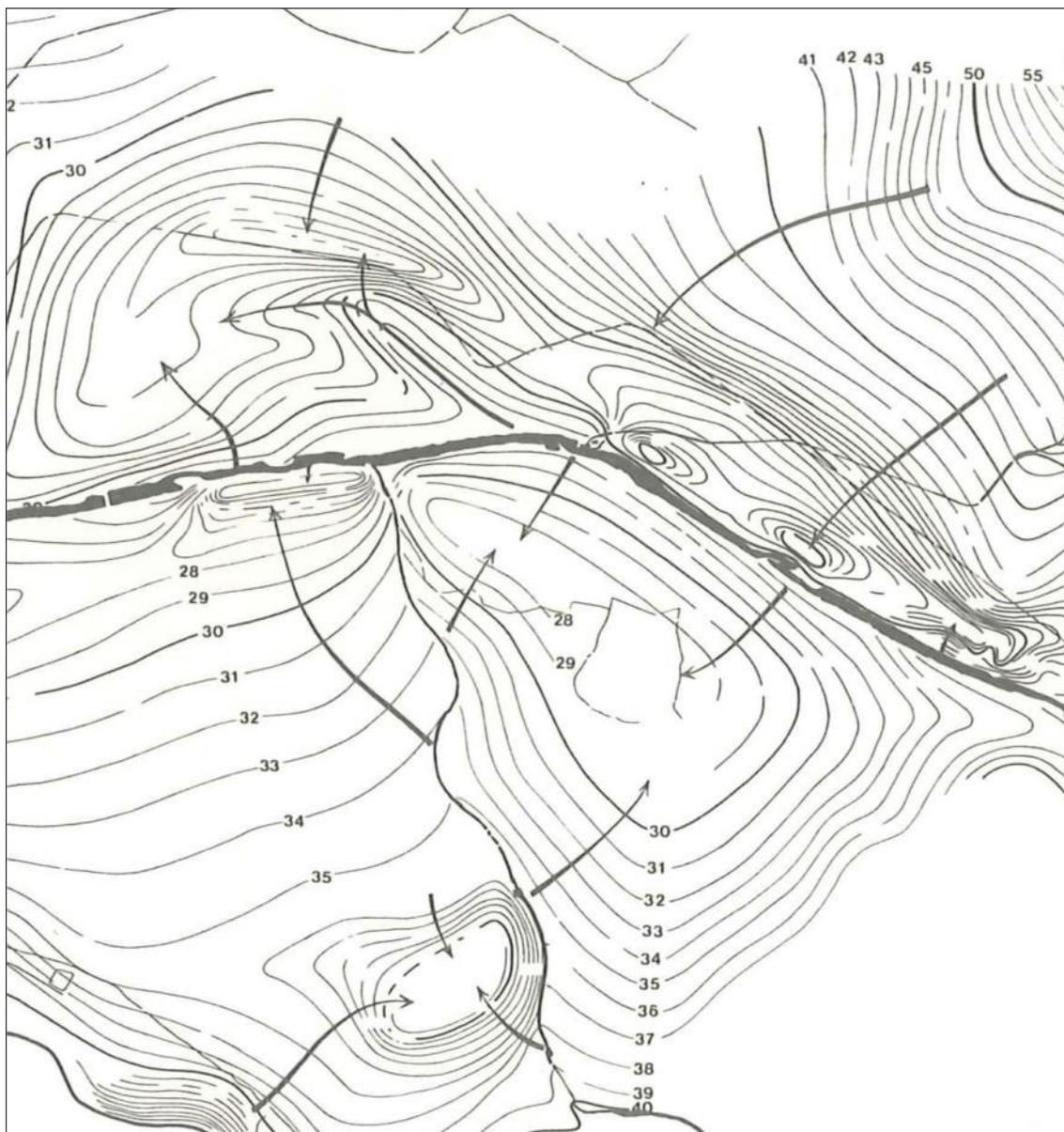


Figura 2 - Carta della superficie piezometrica nell'area dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze nel maggio 1971. Estratto della tavola V, allegata al lavoro di Capocchi et alii, 1975b. Fuori scala.

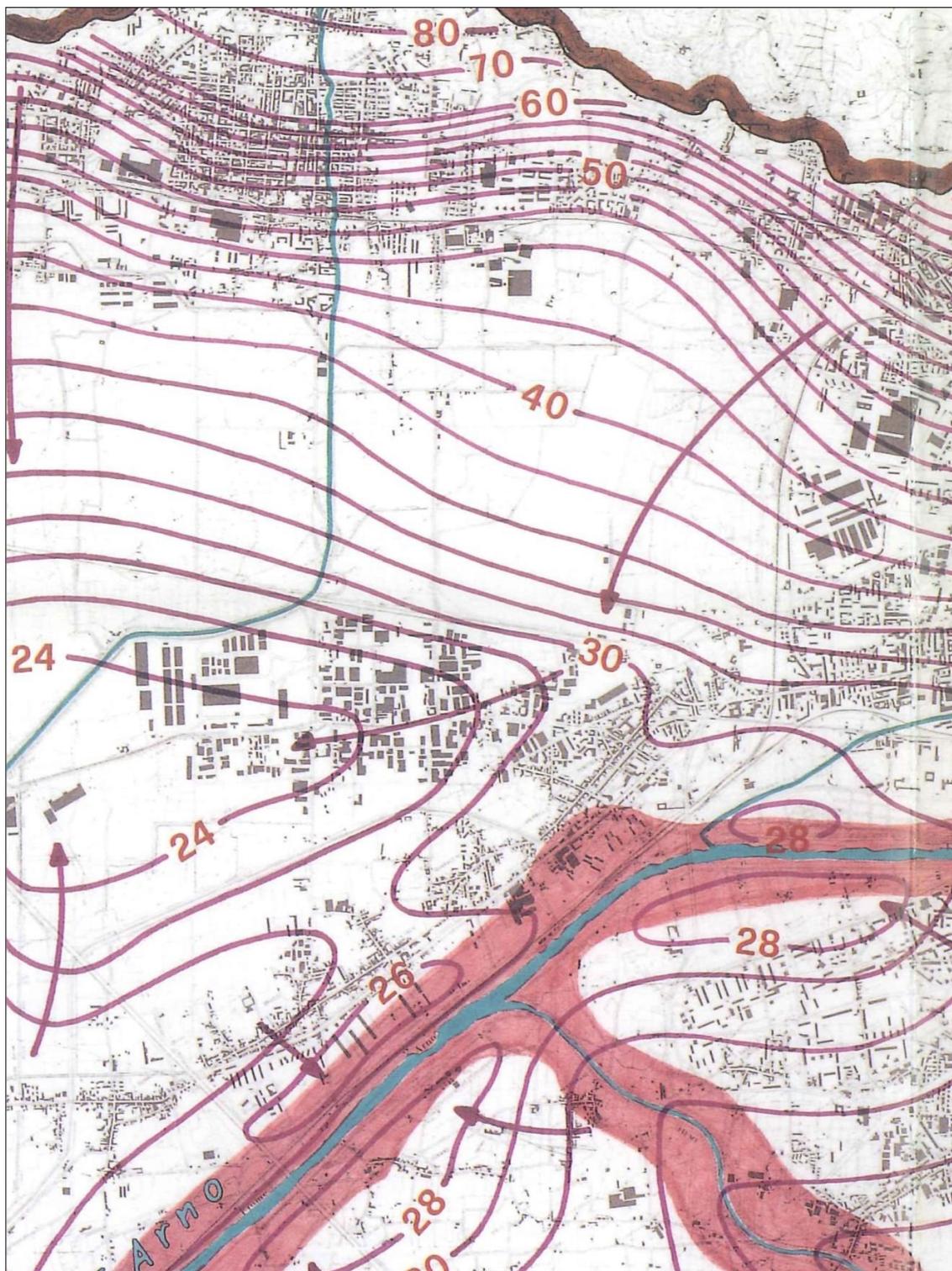


Figura 3 - Carta della superficie piezometrica nell'area dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze nel maggio 1992. Estratto della tavola allegata al lavoro di Gargini & Pranzini, 1994. Fuori scala.

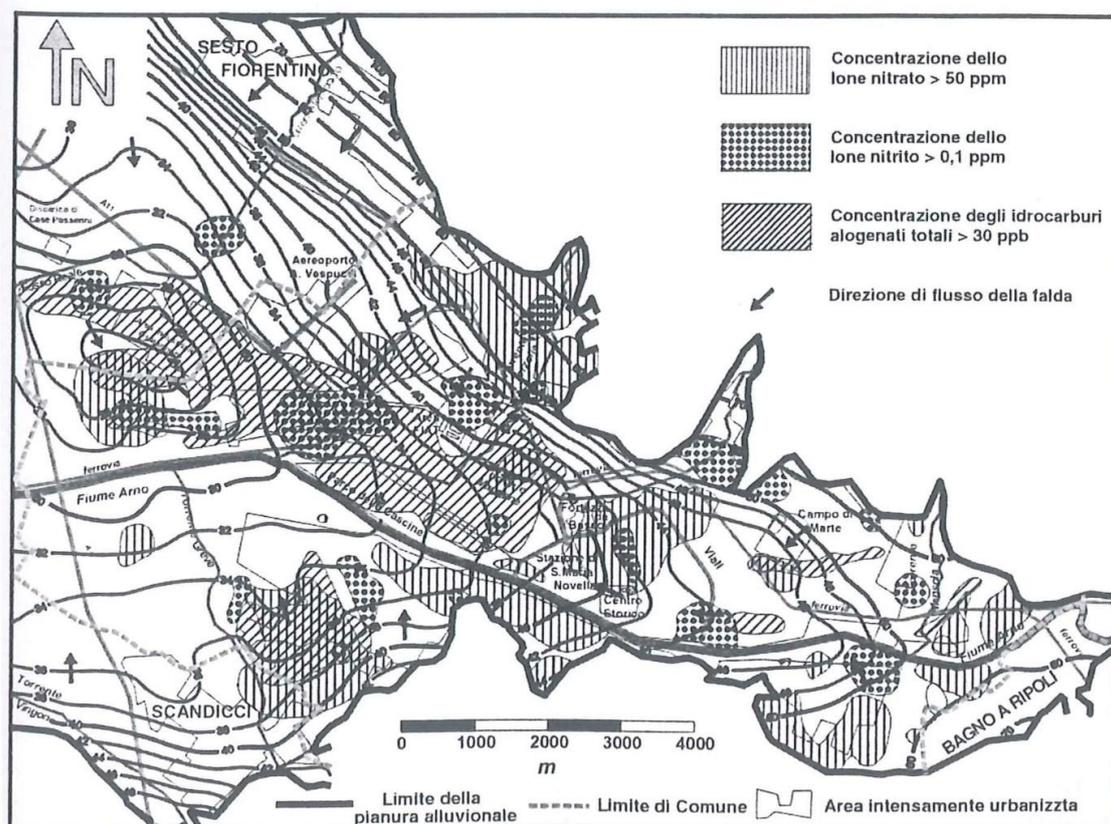


Figura 4 - Carta della superficie piezometrica nell'area dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze nel gennaio 1997. Estratto della tavola 1 allegata al lavoro di Boccaletti et alii, 1998. Fuori scala.

4.2.3 Risultati delle prove di permeabilità effettuate nella zona dell'aeroporto

Un dato importante per la comprensione della situazione idrogeologica e delle condizioni idrodinamiche delle formazioni affioranti e di quelle presenti nel sottosuolo è rappresentata dalle misure di permeabilità. Secondo Castany, 1982 la permeabilità è l'attitudine di un serbatoio a lasciarsi attraversare dall'acqua sotto l'effetto di un gradiente idraulico. La permeabilità ha l'unità di misura della velocità e, dunque, la si può interpretare proprio come la velocità di spostamento del flusso dell'acqua all'interno dei terreni.

Alcuni risultati di prove di permeabilità disponibili per ciò che concerne l'orizzonte Firenze 1 presente nella zona dell'aeroporto possono essere rinvenute nella Relazione tecnica specialistica - Masterplan 2014 – 2029 (Aiello, 2015) già citata, nella quale si trovano in particolare i seguenti dati:

Sondaggio Sp1

Sono state effettuate due prove di permeabilità in sito del tipo Lefranc una alla profondità compresa tra 5,0 e 6,0 m e l'altra alla profondità compresa tra 13,0 e 14,0 m. Il risultato della prima prova è $K = 6,54 \times 10^{-6}$ m/s, quello della seconda $K = 1,52 \times 10^{-8}$ m/s.

Sondaggio Sp2

Sono state effettuate due prove di permeabilità in sito del tipo Lefranc, una alla profondità compresa tra 0,8 e 1,3 m e l'altra alla profondità compresa tra 8,0 e 9,0 m. Il risultato della prima prova è $K = 4,56 \times 10^{-6}$ m/s, quello della seconda $K = 6,01 \times 10^{-8}$ m/s.

Sondaggio Sp3

Sono state effettuate due prove di permeabilità in sito del tipo Lefranc, una alla profondità compresa tra 6,0 e 6,5 m e l'altra alla profondità compresa tra 12,0 e 13,0 m. Il risultato della prima prova è $K = 4,0 \times 10^{-7}$ m/s, quello della seconda $K =$ permeabilità nulla.

Sondaggio Sf1

Sono state effettuate due prove di permeabilità in sito del tipo Lefranc, una alla profondità compresa tra 3,0 e 3,5 m e l'altra alla profondità compresa tra 9,0 e 9,5 m. Il risultato della prima prova è stato di $K =$ permeabilità nulla, quello della seconda $K =$ permeabilità nulla.

Sondaggio Sf2

Sono state effettuate due prove di permeabilità in sito del tipo Lefranc, una alla profondità compresa tra 1,7 e 2,2 m l'altra alla profondità compresa tra 13,5 e 14,4 m. Il risultato della prima prova è $K = 6,75 \times 10^{-8}$ m/s, quello della seconda $K = 1,88 \times 10^{-8}$ m/s.

Sondaggio Se1

Sono state effettuate quattro prove di permeabilità in sito del tipo Lefranc, rispettivamente poste alla profondità compresa tra 1,0 e 2,0 m, tra 15,0 e 16,0 m, tra 25,0 e 26,0 m e tra 38,0 e 39,0 metri di profondità. I risultati delle prove Lefranc sono stati rispettivamente di $K = 2,03 \times 10^{-7}$ m/s, $K =$ permeabilità nulla, $K = 1,27 \times 10^{-6}$ m/s, $K = 6,70 \times 10^{-7}$ m/s. Durante il sondaggio sono stati prelevati tre campioni indisturbati rispettivamente alle profondità comprese tra 5,85 e 6,55 m, tra 10,5 e 11,0 m e tra 20,5 e 21,0 m. Su detti campioni sono state effettuate delle prove di permeabilità in cella triassiale che hanno dato rispettivamente i seguenti risultati $K = 6,7 \times 10^{-10}$ m/s, $K = 4,3 \times 10^{-10}$ m/s e $K = 7,4 \times 10^{-10}$ m/s.

Sondaggio Se2

Sono state effettuate quattro prove di permeabilità in sito del tipo Lefranc, rispettivamente poste alle profondità comprese tra 2,0 e 3,0 m, tra 8,0 e 9,0 m, tra 11,5 e 12,0 m, tra 18,5 e 19,5 m. Il risultato delle prove è stato rispettivamente $K = 1,33 \times 10^{-8}$ m/s, $K = 6,92 \times 10^{-9}$ m/s, $K = 9,34 \times 10^{-6}$ m/s e $K = 3,81 \times 10^{-7}$ m/s. Durante la perforazione del sondaggio sono stati prelevati tre campioni indisturbati posti rispettivamente alle profondità comprese tra 2,0 e 2,5 m, tra 7,5 e 8,2 m e tra 17,4 e 18,0 m. Su detti campioni sono state effettuate delle prove di permeabilità in cella triassiale che hanno dato rispettivamente i seguenti risultati $K = 2,8 \times 10^{-10}$ m/s, $K = 3,2 \times 10^{-10}$ m/s e $K = 7,1 \times 10^{-10}$ m/s.

SONDAGGIO	PROVA LEFRANC	PROVA TRIASSIALE	PROFONDITA' [m]	PERMEABILITA' [m/s]
Sp1	1	-	5,0 – 6,0	$6,54 \times 10^{-6}$
Sp1	2	-	13,0 – 14,0	$1,52 \times 10^{-8}$
Sp2	1	-	1,8 – 3,0	$4,56 \times 10^{-6}$
Sp2	2	-	8,0 – 9,0	$6,01 \times 10^{-8}$
Sp3	1	-	6,0 – 6,5	4×10^{-7}
Sp3	2	-	12,0 – 13,0	0
Sf1	1	-	3,0 – 3,5	0
Sf1	2	-	9,0 – 9,5	0
Sf2	1	-	1,7 – 2,2	$6,75 \times 10^{-8}$
Sf2	2	-	13,5 – 14,4	$1,88 \times 10^{-8}$
Se1	1	-	1,0 – 2,0	$2,03 \times 10^{-7}$
Se1	2	-	15,0 – 16,0	0
Se1	3	-	25,0 – 26,0	$1,27 \times 10^{-6}$
Se1	4	-	38,0 – 39,0	$6,70 \times 10^{-7}$
Se1	-	1	5,85 – 6,55	$6,7 \times 10^{-10}$
Se1	-	2	10,5 -11,0	$4,3 \times 10^{-10}$
Se1	-	3	20,5 – 21,0	$7,4 \times 10^{-10}$

SONDAGGIO	PROVA LEFRANC	PROVA TRIASSIALE	PROFONDITA' [m]	PERMEABILITA' [m/s]
Se2	1	-	2,0 – 3,0	1,33 x 10 ⁻⁸
Se2	2	-	9,0 – 9,0	6,92 x 10 ⁻⁹
Se2	3	-	11,5 – 12,0	9,34 x 10 ⁻⁶
Se2	4	-	18,5 – 19,5	3,81 x 10 ⁻⁷
Se2	-	1	2,0 – 2,5	2,8 x 10 ⁻¹⁰
Se2	-	2	7,5 – 8,2	3,2 x 10 ⁻¹⁰
Se2	-	3	17,4 – 18,0	7,1 x 10 ⁻¹⁰

Tabella 1. Tabella riassuntiva con i dati del coefficiente di permeabilità ricavati da prove Lefranc oppure da prove triassiali, rinvenuti in Aiello, 2015

Altri risultati possono essere ricavati dal Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/06 “Nuovo piazzale ovest di sosta aeromobili” (Rev. 01) del novembre 2013. In particolare, i dati sono relativi a cinque prove di permeabilità Lefranc realizzate durante la perforazione dei sondaggi n. S6, S8, S18 e S20.

I risultati sono riportati nella tabella seguente.

SIGLA	QUOTA p.c. (m)	PROF. TESTA PROVA (m da p.c.)	PROF. BASE PROVA (m da p.c.)	QUOTA TESTA DI PROVA (m s.l.m.)	PERMEABILITA' (m/s)
S6	37,91	2,6	3,0	35,31	2,03 x 10 ⁻⁷
S8	36,70	5,2	5,6	31,50	3,43 x 10 ⁻⁹
S18	37,30	10,5	10,9	26,80	2,38 x 10 ⁻⁹
S20	38,03	2,6	3,0	35,43	1,90 x 10 ⁻⁷
S20	30,03	5,6	6,0	32,43	3,13 x 10 ⁻⁹

Tabella 2. Tabella riassuntiva con i dati del coefficiente di permeabilità ricavati da prove rinvenuti in Alexanian et alii, 2013

Prendendo a riferimento lo schema riportato di seguito, si può affermare che la permeabilità dell'orizzonte Firenze 1, misurata nell'area dell'aeroporto, determina un drenaggio da ridotto (valori del coefficiente di permeabilità con ordine di grandezza compreso tra 10⁻⁴ e 10⁻⁶ cm/s) a praticamente nullo (valori del coefficiente di permeabilità con ordine di grandezza compreso tra 10⁻⁶ e 10⁻¹⁰ cm/s).

k (cm/sec)	10 ⁰	10	1,0	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
Drenaggio	Buono				Ridotto			Praticamente nullo					
Tipo di terreno	Ghiaia pulita	Sabbie pulite, misto di ghiaie e sabbie pulite			Sabbie molto fini, limo organico ed inorganico, misti di sabbie, limi e argille ecc.			terreno impermeabile → argille omogenee al di sotto della coltre d'alterazione atmosferica. terreno impermeabile → argille con modificazioni strutturali generate da vegetazione ed alterazione in sito					

Figura 5 – Campo di variabilità della permeabilità dei terreni (Cestelli Guidi, 1987)

I valori del coefficiente di permeabilità confermano anche la definizione di *acquitardo* o, addirittura in qualche caso, di *acquicludo* dell'orizzonte Firenze 1, almeno per ciò che concerne l'area dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze.

4.2.4 Risultati delle misurazioni freatiche nei piezometri della zona aeroporto

Un altro dato piuttosto importante nello studio idrogeologico di un'area risiede nelle misurazioni piezometriche eseguite su perforazioni locali.

Nella relazione di Aiello, 2015, a proposito dei vari sondaggi realizzati, alcuni dei quali attrezzati a piezometro, vengono riportate alcune misurazioni del livello piezometrico.

Sondaggio Sp1

Il foro di sondaggio è stato attrezzato a piezometro del diametro di 101 mm e fenestrato da 0,5 a 8,0 m di profondità; all'esterno del tubo piezometrico in corrispondenza dei filtri è stato immesso ghiaietto fine. Dal piano di campagna a 0,5 m e da 8,0 m a 15,0 m, il tubo è cieco e rivestito di palline di bentonite con funzione impermeabilizzante. Sono state effettuate due letture piezometriche alla fine di gennaio del 1999 che hanno mostrato un livello di -1,10 m dal piano di campagna.

Sondaggio Sp2

Il foro di sondaggio è stato attrezzato con tubo piezometrico del diametro di 101 mm, fenestrato da 0,8 a 3,0 m e da 6,0 a 9,0 m di profondità. I filtri sono circondati da ghiaietto fine. Dal piano di campagna fino a 0,8 m, da 3,0 a 6,0 m e da 9,0 a 15,0 m il tubo è cieco e rivestito di palline di bentonite con funzione impermeabilizzante. Alla fine di gennaio del 1999 sono state effettuate due diverse letture piezometriche che hanno dato la misura di -0,4 m da piano campagna.

Sondaggio Sp3

Il foro di sondaggio è stato attrezzato a piezometro del diametro di 101 mm e fenestrato da 9,0 a 15,0 m di profondità. Attorno alle fenestrature è stato immesso a costituire il filtro ghiaia fine. Dal piano campagna fino a 9,0 m il tubo è cieco e rivestito di palline di bentonite con funzione impermeabilizzante. Alla fine di gennaio del 1999 sono state effettuate due letture piezometriche che riportano un livello di -0,65 m da piano campagna.

Sondaggio Sf1

Il foro di sondaggio è stato attrezzato a piezometro del diametro di 101 mm, fenestrato da 1,0 a 15,0 m di profondità. Attorno alle fenestrature è stato immesso a costituire il filtro ghiaia fine. Dal piano campagna fino a 1,0 m di profondità il tubo è cieco e rivestito di palline di bentonite con funzione impermeabilizzante. Alla fine del gennaio 1999 sono state effettuate due letture piezometriche che hanno mostrato un livello di -1,15 m dal piano campagna.

Sondaggio Sf2

Il foro di sondaggio è stato attrezzato a piezometro del diametro di 101 mm, fenestrato da 9,0 m a 15,0 m di profondità. Attorno alle fenestrature è stato immesso, a costituire il dreno, ghiaia fine. Da piano di campagna fino a 9,0 m il tubo è cieco e rivestito di palline di bentonite con funzione impermeabilizzante.

Alla fine del gennaio del 1999 è stata effettuata una lettura piezometrica che ha mostrato un livello freatico a -0,65 m dal piano campagna.

Sondaggio Se1

Il foro di sondaggio è stato attrezzato a piezometro del diametro di 101 mm, fenestrato da 20,0 m a 40,0 m di profondità. Attorno alle fenestrature è stato immesso a costituire il filtro ghiaia fine. Da piano di campagna fino a 9,0 m il tubo è cieco e rivestito di palline di bentonite con funzione impermeabilizzante, da 0,0 a 1,0 m e da 19,0 a 20,0 m, il restante tratto di tubo cieco è circondato da materiale di risulta. Alla fine del gennaio del 1999 sono state effettuate tre letture piezometriche che hanno indicato un livello freatico compreso tra -0,15 e -0,85 metri dal piano campagna.

Sondaggio Se2

Il foro di sondaggio è stato attrezzato a piezometro del diametro di 101 mm, finestrato da 6,0 a 34,0 m di profondità. Attorno alle fenestrate è stato immesso a costituire il filtro ghiaia fine. Dal piano di campagna fino a 6,0 m e da 34,0 a 36,0 m il tubo è cieco e rivestito di palline di bentonite con funzione impermeabilizzante. Non è stato possibile installare un tubo piezometrico per tutti i 40,0 m del foro in quanto il sondaggio si è rapidamente chiuso terminata la perforazione. Alla fine del 1999 è stata effettuata una lettura piezometrica che indica un livello freatico posto a -1,60 m dal piano campagna.

Come è possibile osservare in tabella, le misure piezometriche effettuate nei piezometri danno un'informazione importante e precisa, e cioè che nei primi due metri al di sotto del piano di campagna, nella zona aeroportuale, vi è presenza di acqua.

Sondaggio	Quota piezometrica (in m dal piano di campagna)
Sp1	-1,1
Sp2	-1,1
Sp3	-0,4
Sf1	-1,15
Sf2	-0,65
Se1	-0,15
Se2	-1,6

Tabella 3. Tabella riassuntiva delle misure piezometriche disponibili rinvenute in Aiello, 2015

Un'altra serie di informazioni piuttosto interessanti, sulla presenza della falda nel sottosuolo della zona aeroportuale, viene fornito da Alexanian et alii, 2013: dall'osservazione delle stratigrafie riportate nell'Appendice al presente documento e dalla lettura del relativo testo, si evince quanto riportato nella tabella seguente.

Ciò che apparentemente può sorprendere è il fatto che si parla di assenza totale di acqua nelle perforazioni che, peraltro, hanno raggiunto la profondità di 12 m. Ciò è confermato anche da quanto contenuto nel lavoro di Corti, 2013 nel quale si legge che in una campagna geognostica condotta nell'area del nuovo piazzale ovest per la sosta di aeromobili, sono state eseguite alcune prove penetrometriche spinte fino alla profondità massima di 9 m dal piano di campagna senza rilevare la presenza di acqua in foro.

SONDAGGIO	PROFONDITA'	QUOTA FALDA
S6	12	assente
S10	12	assente
S18	12	assente
S20	12	assente

Tabella 4. Tabella riassuntiva delle misure piezometriche disponibili rinvenute in Alexanian, 2013

Nello Studio di Impatto Ambientale per la costruzione della Terza Corsia dell'Autostrada A11 Firenze Mare (AA.VV., 2011) l'unico piezometro prossimo alla zona aeroportuale è quello denominato *SB1* collocato in prossimità del previsto cavalcavia di Via dei Giunchi al km 1 + 161 dell'Autostrada. In questo piezometro sono state fatte due diverse letture piezometriche che hanno dato come risultato rispettivamente 6,15 e 6,25 m dal piano campagna.

ID Piezometro	Tipo	Profondità cella (m da p.c.)	Profondità di drenaggio (m da p.c.)	Quota (m da p.c.)
SB1	1 Casagrande	32,50		1= 6,15 ; 2=6,25
SB2	1 Norton		da 6,00 a 40,00	3,61
SB3	1 Casagrande	24,00		1= 1,16 ; 2=1,10
SB4	1 Casagrande	34,00		1= 1,77 ; 2=1,75
SB6	1 Casagrande	24,40		1= 2,19 ; 2=2,21
SB7	2 Casagrande	28,00; 31,00		1= 1,72 ; 2=1,70 ; 3=3,40; 4=3,39
SB8	1 Casagrande ; 1 Norton	31,00	da 6,00 a 30,00	Casagrande: 1= 6,48 ; 2=6,48 ; Norton= 6,40
SB9	1 Casagrande ; 1 Norton	34,00	da 6,00 a 19,00	Casagrande: 1= 2,91 ; 2=2,65 ; Norton= 2,55
SB10	2 Casagrande	18,00; 34,00		1= 4,40 ; 2=4,39 ; 3=1,71; 4=1,75
SB11	1 Casagrande ; 1 Norton	24,00	da 5,00 a 20,00	Casagrande: 1= 4,11 ; 2=4,12 ; Norton=3,89
SB12	2 Casagrande	25,00;37,00		1= 4,36 ; 2=6,70 ; 3=6,75; 4=4,40
SB13	1 Casagrande ; 1 Norton	32,50	da 6,00 a 25,00	Casagrande: 1= 4,11 ; 2=4,12 ; Norton=3,89
SB14	2 Casagrande	24,00;13,00		1= ostruito ; 2=7,31 ; 3=7,64; 4=7,65
SB15	2 Casagrande	7,00; 23,00		1= ostruito ; 2=ostruito ; 3=9,12; 4=9,10
SB16	1 Norton		da 5,00 a 30,00	8,7
SB17	2 Casagrande	16,00; 29,00		1= 10,03 ; 2=10,06 ; 3=11,75; 4=11,74
SB18	1 Casagrande	11,30;23,00		1= 11,15 ; 2=10,21 ; 3=10,08; 4=10,08
SB19	1 Norton		da 5,00 a 35,00	11,44
SB20	1 Casagrande	9,50		1= secco ; 2=secco ; 3=12,50; 4=12,51
SB21	1 Norton		da 5,00 a 26,00	12,02
SB22	2 Casagrande	14,00;34,00		1= 11,25 ; 2=11,32 ; 3=11,70; 4=11,75
SB23	2 Casagrande	12,00; 23,00		1= 1,28 ; 2=0,89; 3=0,90; 4=1,00
SB24	2 Casagrande	9,00;25,50		1= 4,29 ; 2=4,18; 3=0,50; 4=0,64
SB25	2 Casagrande	10,50;24,50		1= 1,85 ; 2=2,05 ; 3=3,85; 4=4,20
SB26	2 Casagrande	11,00;23,30		1= 2,40 ; 2=2,65 ; 3=1,50; 4=1,72
SB27	2 Casagrande	15,00;34,00		1= secco ; 2=secco ; 3=3,11; 4=3,11
SB28	1 Norton		da 12,00 a 30,00	2,5
SB29	1 Casagrande	30,00		1= 4,45 ; 2=4,43
SB30	1 Norton		da 14,00 a 28,00	13,09
SB31	1 Norton		da 7,00 a 19,00	9,03
SB32	1 Norton		da 13,00 a 28,00	3,74
SB33	2 Casagrande	12,00;24,00		1= 3,55 ; 2=3,50 ; 3=5,30; 4=3,79
SB34	2 Casagrande	18,00;24,00		1= 6,20 ; 2=5,90 ; 3=6,20; 4=5,91
SB35	1 Norton		da 12,00 a 25,00	1,67

Tabella 5. Tabella riportante i risultati di alcune misure piezometriche nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale dell'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A11 Firenze-Mare (AA.VV., 2011)

4.2.5 Discussione dei dati

Le informazioni espresse nelle pagine che precedono risultano tra loro non pienamente concordi e univoche, e potrebbero talvolta apparire addirittura contraddittorie in quanto, da un lato, potrebbero indurre a pensare alla presenza di una falda freatica, oppure a una presenza di acqua di sottosuolo legata ad un acquifero semiconfinato in tutto il bacino e in particolare nella zona fiorentina, dall'altro si potrebbe pensare che vi sia un'estrema variabilità a seconda delle zone: in alcune la falda è prossima alla superficie topografica, in altre è profonda tra i 10 e i 20 m dal piano di campagna.

Le considerazioni più opportune, peraltro riportate anche in alcuni degli articoli scientifici e tecnici già citati e presenti in bibliografia, inducono tuttavia a ritenere che, trattandosi di un bacino in cui la sedimentazione è avvenuta per mezzo dell'apporto di corsi d'acqua che costruivano apparati di conoide e fan delta, vi è una sostanziale differenza tra il livello piezometrico misurato nelle parti marginali rispetto a quello misurato nelle zone più centrali.

La differenza sta semplicemente nel fatto che la permeabilità dei sedimenti è sostanzialmente differente, maggiore nelle zone marginali e minore in quelle centrali, per cui si assiste al fatto che in queste ultime i terreni fini, quali i limi e le argille, sostituiscono quelli grossolani, quali le ghiaie e le sabbie, e il livello freatico, di tipo stagionale, non corrisponde più a un acquifero di qualche interesse, ma piuttosto alla saturazione del suolo argilloso e limoso.

Nelle carte delle isopiezometriche illustrate in precedenza questa distinzione non è presente, e ciò potrebbe in prima analisi determinare una ricostruzione non chiara e univoca.

Quanto ci si sente, invece, di interpretare in relazione ai dati precedentemente riportati è che quando sono state effettuate le misure piezometriche nei pozzi è stata rilevata la distanza tra il piano campagna e la superficie piezometrica, la quale può essere rappresentativa della saturazione del terreno superficiale, della vera e propria falda freatica, di una falda in pressione, della somma di più di una di quelle appena enunciate, con la conseguenza che, talvolta, inevitabilmente non è noto con precisione cosa è stato misurato.

La finalità dello studio presente però è quella di comprendere la possibilità di avere interferenze con gli scavi, le fondazioni e più in generale con le opere in progetto, e quindi non interessa solamente conoscere la piezometria, ma interessa conoscere da quale terreno deriva e quale è la quantità di acqua eventualmente estraibile (allo scopo per esempio di procedere a un abbattimento del livello piezometrico).

4.3 L'IDROGEOLOGIA NELLA ZONA DELL'AEROPORTO DI FIRENZE E L'ORIZZONTE FIRENZE 1

Come affermato precedentemente nella zona aeroportuale affiora estesamente l'orizzonte Firenze 1 corrispondente alla porzione superficiale del Sintema dell'Arno. Si tratta, in pratica, dei sedimenti della piana alluvionale del fiume depositati in zone lontane dall'area di scorrimento e dunque nelle zone dotate di minore energia.

Dai sondaggi esaminati si evince chiaramente che per uno spessore di 25 – 30 m al di sotto del piano di campagna dell'area dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze sono presenti i terreni fini composti da argille, argille limose e limi debolmente sabbiosi caratterizzati da una permeabilità compresa tra nulla e $9,34 \times 10^{-6}$ m/s.

La superficie piezometrica nella zona aeroportuale, secondo le informazioni raccolte nella bibliografia di cui è stata presa visione (AA.VV., 2010; Aiello, 2003; Aiello, 2015; Alexanian et alii, 2013; Monti, 2015; Pranzini, 1987), talvolta è prossima al piano di campagna, altre volte è assai poco profonda (meno di un metro), altre volte è alla profondità di alcuni metri, con una variazione stagionale piuttosto importante, altre volte addirittura si è rivelata assente.

La situazione è, dunque, quella di un livello di un paio di metri di spessore al di sotto del piano di campagna che, a seconda della stagione, può essere interessato da saturazione ma che, essendo dotato di permeabilità bassa, risulta essere un acquifero privo di una vera e propria falda freatica.

I dati relativi alle misure piezometriche descritti al paragrafo 4.2.2 possono essere fuorvianti in quanto spesso sono riferiti agli orizzonti Firenze 2 e Firenze 3 che, in questa zona, hanno carattere di essere acquiferi semiconfinati e dunque potrebbero essere in pressione.

In relazione allo scopo del presente studio si possono quindi fare alcune semplici considerazioni:

1. nella zona dell'aeroporto è presente un livello dello spessore di un paio di metri al di sotto del piano di campagna che, a seconda della stagione, può essere interessato da saturazione e presentare una tavola d'acqua posta alla profondità compresa tra 0 (falda affiorante) e 1,5 m. Il valore e l'interesse di questo livello dal punto di vista della risorsa idrica è nullo;
2. al di sotto di due metri di profondità dal piano di campagna non è mai stata registrata presenza di acqua fino alla profondità di almeno 25 m al di sotto del piano di campagna;
3. il livello in cui ha sede la falda principale è identificato con l'orizzonte Firenze 2 (parte inferiore del Sintema dell'Arno) e con l'orizzonte Firenze 3 (Sintema di Firenze), e si trova alla profondità superiore ai 25 m (qualora presente);
4. l'unico livello litologico di interesse per il presente studio è rappresentato dunque dallo strato superficiale dell'orizzonte Firenze 1 (porzione superiore del Sintema dell'Arno) perché è evidente che l'orizzonte Firenze 2 (porzione inferiore del Sintema dell'Arno) non può creare problemi legati alla presenza di acqua vista la profondità cui si attesta nell'area di interesse.

4.4 PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO – STRALCIO BILANCIO IDRICO

Il bilancio idrico messo a punto dall’Autorità di Bacino del Fiume Arno è stato definito alla scala del bacino idrografico ed *“è espresso dall’equazione di continuità dei volumi entranti, uscenti e invasati nel bacino superficiale e idrogeologico, al netto delle risorse necessarie per la conservazione degli ecosistemi acquatici e dei fabbisogni per i diversi usi”*.

Lo scopo per cui è stato redatto il Piano Stralcio è legato alla necessità di avere uno strumento conoscitivo per la gestione della risorsa idrica e per produrre, all’interno dei Piani di Tutela, analisi, studi previsionali e strategie per perseguire gli obiettivi tipici del governo del territorio.

Il Piano Stralcio Bilancio Idrico è composto da diversi elaborati, tra cui una relazione generale, le schede conoscitive degli acquiferi significativi, il bilancio di dettaglio degli acquiferi significativi, gli atlanti cartografici delle criticità, il bilancio delle acque superficiali, la cartografia di piano e le misure gestionali.

Appare del tutto evidente che il Piano Stralcio Bilancio Idrico sia stato elaborato per l’intero bacino del Fiume Arno e che, quindi, non possa fornire informazioni di dettaglio per lo scopo del presente studio che, invece, necessita di avere dati a scala locale e addirittura puntuale. Ciò che invece appare molto importante è l’aspetto normativo contenuto nelle cosiddette Misure di Piano (dicembre 2010).

Le Misure di Piano, applicate nelle Regioni, nelle Province e nei Comuni il cui territorio ricade nel bacino del Fiume Arno (l’area dell’Aeroporto di Firenze vi rientra), constano di 30 articoli suddivisi in 4 titoli oltre a 7 allegati. Tra le parti di maggiore interesse, in relazione ai lavori previsti dal Masterplan 2014-2029, vi è l’Allegato 5 avente ad oggetto *Indirizzi per la salvaguardia della risorsa idrica in ambito di escavazioni* che tratta la questione degli scavi in senso lato e, quindi, di *“attività estrattive, lavori di escavazioni e movimenti terra che vanno ad interessare direttamente l’acquifero o che si svolgono in prossimità di esso”*.

Le finalità dell’Allegato 5 sono quelle di fornire alle autorità competenti al rilascio dei provvedimenti autorizzativi, gli strumenti per perseguire la compatibilità delle attività di scavo con la salvaguardia delle risorse idriche soprattutto dal punto di vista della garanzia della protezione e impedire, ritardare e attenuare quindi che si possano diffondere sostanze contaminanti. Le norme, in breve, sono tese a non aumentare la vulnerabilità delle falde (si veda in seguito la discussione a proposito delle interferenze tra scavi previsti e acque di sottosuolo).

Per quanto detto è chiaro che in relazione all’Allegato 5 del Progetto di Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Bilancio Idrico, non vi sono controindicazioni. Se da un lato le disposizioni dell’Allegato 5 citato sono da applicarsi alle opere previste dal Masterplan 2014-2029 in quanto prevedono lavori di escavazione e di movimento terra, dall’altro non viene portato a giorno l’acquifero saturo corrispondente, come detto, agli orizzonti Firenze 2 e 3 e non viene meno il grado di protezione dell’acquifero.

A proposito della protezione dell’acquifero, secondo Gargini & Pranzini, 1994 nell’area aeroportuale la protezione è da media (copertura da parte di un acquitardo con spessore totale maggiore di 20 m oppure con acquicludo con spessore totale da 2 a 12 m) ad alta (copertura con acquicludo con spessore totale superiore a 12 m).

5. INTERFERENZE PREVEDIBILI TRA LA PRESENZA DI ACQUA DI SOTTOSUOLO E LE OPERE PREVISTE DAL MASTER PLAN 2014-2029

5.1 OPERE PREVISTE E LORO CARATTERISTICHE SALIENTI

Il Masterplan 2014-2029 dell'Aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze prevede la realizzazione di una serie di opere che possono essere sinteticamente elencate come segue:

- a) nuova pista della lunghezza di 2.400 m, comprensiva di sistema di raccolta delle acque meteoriche a mezzo di condotte in pressione e stazioni di pompaggio;
- b) nuovo terminal passeggeri, h max 18,5 m con due livelli interrati;
- c) nuovo edificio enti (foresteria), h max 4,5 m;
- d) edifici per le attività di rampa, h max 5,5 m;
- e) officina mezzi, h max 5,5 m;
- f) edificio catering, h max 5,5 m;
- g) nuovo hangar elicotteri Polizia di Stato 8° reparto di volo, h max 9,0 m;
- h) nuovi uffici e caserma Polizia di Stato 8° reparto di volo, h max 7,0 m;
- i) nuovo terminal merci, h max 10,0 m;
- j) nuovo capannone spedizionieri, h max 10,0 m;
- k) nuova caserma e ricovero mezzi dei Vigili del Fuoco, h max 9,0 m;
- l) nuovo edificio bilanciamento, h max 6,0 m;
- m) nuovo terminal dell'aviazione generale, h max 9,0 m;
- n) edificio aeroclub, h max 9,0 m;
- o) ampliamento degli edifici compagnie petrolifere, h max 4,0 m;
- p) nuove centrali tecnologiche, h max 4,0 m;
- q) vari parcheggi;
- r) varie strade e piste di collegamento;
- s) casse di espansione;
- t) varie deviazioni della rete idrica superficiale;
- u) sottopasso dell'Autostrada A11 per permettere il passaggio del Fosso Reale.

In relazione alle suddette opere previste si possono fare alcune suddivisioni in rapporto all'entità degli scavi prevedibili. Le categorie di scavo possono essere di tre tipologie: la prima è quella in cui l'opera in progetto è poggiata direttamente sul suolo e l'entità dello scavo è limitata allo stretto necessario per ricavare il piano di posa delle fondazioni (scavo da 0 a 3 m); la seconda tipologia di opera è quella per la cui realizzazione devono essere eseguiti scavi modesti, entro 5 m dal piano di campagna; infine la terza tipologia di opere è quella in cui gli scavi previsti per la sua realizzazione sono superiori a 5 m e comunque generalmente inferiori a 11 m dal piano di campagna. La suddivisione delle opere secondo l'entità dello scavo è riportata nella tabella seguente.

5.2 INTERFERENZE TRA LE OPERE PREVISTE E LA PORZIONE SATURA DELL'ORIZZONTE FIRENZE 1

Le uniche interferenze che si potranno avere tra le opere previste dal Masperplan 2014-20229 dell'Aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze e le acque di sottosuolo saranno con quelle che stagionalmente vanno ad occupare i primi due metri al di sotto del piano di campagna, all'interno del cosiddetto orizzonte Firenze 1.

Con le distinzioni fatte di seguito si può affermare che pressochè tutte le opere interferiranno, almeno formalmente, con il livello indicato, in quanto tutte le opere avranno comunque una minima porzione di scotico e/o scavo. La suddivisione fatta nella tabella appena citata indica differenze di spessore di scavo, ma il risultato non cambia essendo il terreno saturo stagionalmente quello che corrisponde ai primi due metri al di sotto del piano di campagna.

OPERA	SCAVO DA 0 A 3 m	SCAVO DA 3 A 5 m	SCAVO DA 5 A 11 m
a			X *
b			X
c		X	
d		X	
e		X	
f		X	
g		X	
h		X	
i		X	
j		X	
k		X	
l		X	
m		X	
n		X	
o		X	
q		X	
r	X		
s	X		
t		X	
u		X	
v		X	

**: limitatamente ad alcuni tratti di tubazione di raccolta delle acque meteoriche e afferenti stazioni di pompaggio*

Tabella 6. Suddivisione delle opere previste dal Masperplan 2014-2029 in base alla profondità di scavo necessarie alla loro realizzazione (le opere sono identificate da una lettera che corrisponde a quella dell'elenco riportato nelle pagine che precedono).

5.3 GESTIONE DELLE INTERFERENZE

5.3.1 Generalità

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area aeroportuale, come affermato, non consentono a priori di potere escludere che l'esecuzione delle opere comporti la realizzazione di scavi al di sotto del livello di falda, con la conseguente necessità di mantenere il livello della superficie piezometrica almeno 0,50 m al di sotto del piano di posa delle fondazioni fino al termine del getto delle fondazioni e del completo tombamento dello scavo.

Appare del tutto evidente che qualora i lavori fossero effettuati durante la stagione secca (luglio-ottobre) vi sarebbe un indubbio vantaggio legato alla minore quantità di acqua presente, se non addirittura alla completa assenza della stessa. Qualora, invece, si andasse a lavorare durante i mesi piovosi si potrebbe assistere alla saturazione dei primi due metri di terreno con la conseguenza di dovere gestire questa acqua durante lo scavo e la realizzazione delle opere.

Le modalità per la gestione delle acque nella situazione appena descritta sono in buona sostanza due:

- esecuzione di drenaggi;
- well point.

Come detto non è al momento possibile conoscere con esattezza né il livello piezometrico, né se vi sarà presenza di acqua al momento della realizzazione dei lavori, e per questo si rimanda necessariamente alle successive fasi di approfondimento progettuale, supportate anche da nuove indagini geologico-tecniche, l'eventuale scelta del sistema più idoneo per l'aggottamento delle acque di sottosuolo.

5.3.2 Drenaggi orizzontali

Per abbattimenti della falda pari a circa 0,20 m si ricorre solitamente all'esecuzione di trincee drenanti. Nel terreno vengono eseguite trincee preferibilmente nella direzione di flusso della falda, con il preciso scopo di incanalare l'acqua di falda, convogliandola verso punti di sollevamento e/o allontanamento. Il dreno deve avere ovviamente un coefficiente di permeabilità superiore a quello del terreno circostante. Nei fossi realizzati possono essere posti in opera tubi drenanti avvolti in fogli filtranti per evitarne l'intasamento e ricoperti con graniglie.

5.3.3 Well point

Un impianto wellpoint è costituito da una serie di condotti di aspirazione dotato all'estremità di un filtro attraverso il quale avviene l'aspirazione. I condotti di aspirazione sono riuniti in un collettore a sua volta collegato ad una pompa che mette in depressione i condotti di aspirazione. Il flusso di falda verso i punti di aspirazione risulta così deviato; ogni wellpoint modifica la superficie d'acqua generando un conoide in asse sul punto di aspirazione e con il vertice rivolto verso il basso.

Una disposizione ricorrente è quella che vede i wellpoint circondare il perimetro dell'area soggetta a sbancamento. Come ordine di grandezza si può assumere 1 m per la distanza fra i wellpoint mentre l'ordine di grandezza per la profondità è di almeno 1,5 m sotto il fondo scavo previsto. In presenza di sbadacchiature che non assolvono ad alcuna funzione di tenuta dell'acqua, i wellpoint sono disposti all'esterno del perimetro di scavo, al contrario per paratie e diaframmi sono disposti all'interno. In presenza di terreni a granulometria fine, l'installazione avviene mediante trivellazione, asportazione dei depositi fini mediante un lavaggio tenue, posa del wellpoint e successivo riempimento con sabbia grossa che viene ad interporre fra il wellpoint ed il terreno al fine di aumentare la capacità filtrante del punto di aspirazione e collegare verticalmente strati a diversa conducibilità idraulica separati da livelli argillosi. La trivella utilizzata può essere applicata al braccio di un escavatore idraulico e ha un diametro dell'ordine di 200-250 mm. L'installazione del wellpoint può essere eseguita anche con una macchina da perforazione. La prevalenza massima ordinaria, distanza verticale fra la pompa e il punto di aspirazione, è fino a circa di 6 m in ragione della prevalenza caratteristica della pompa.

6. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2010) – Relazione idrogeologica. Progetto esecutivo linea 2. Soc. Tramvia di Firenze S.p.A.. 1-107.
- AA.VV. (2011) – Quadro di riferimento ambientale: relazione. Autostrada A11 Firenze - Pisa Nord: ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze – Pistoia. Progetto definitivo. Studio di Impatto Ambientale. Spea Ingegneria Europea – Autostrade per l'Italia. 1-297.
- Autorità di Bacino del Fiume Arno (2010) – Piano di Bacino – Stralcio Bilancio Idrico.
- Aiello E. (2003) – Contributo alla conoscenza del sottosuolo di Firenze. Quarry and Construction, 11, 49-69.
- Aiello E. (2015) - Relazione tecnica specialistica – Aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici – R02 – Masterplan 2014 – 2029. Aeroporto Amerigo Vespucci – Firenze.
- Alexanian A., Corti F. & Poggiolini S. (2013) - Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/06 “Nuovo piazzale ovest di sosta aeromobili” - Relazione finale delle indagini ed allegati (Revisione 01).
- Bartolini C. (1987) – Geologia e idrografia. In: *Firenzecologia. Conoscere e capire l'ambiente del Comune di Firenze*. Il Ventaglio, 33-44.
- Bartolini C. & Pranzini G. (1981) – Plio-Quaternary evolution of the Arno basin drainage. *Zeitschrift fur Geomorphologie. Suppl.*, Bd. 40, 77-91.
- Bartolini C. & Pranzini G. (1984) – L'antecedenza dei corsi d'acqua che attraversano la dorsale M.Albano – Poggiona nel quadro dell'evoluzione Plio – Quaternaria del Valdarno. *Boll. Soc. Geol. It.*, 103, 271-278.
- Benvenuti G. (1971) – Ricerca sulle falde acquifere profonde fra Firenze e Pistoia. Parte II. Indagine geofisica. *Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque*, 6, 54-71.
- Boccaletti M., Bonini M., Moratti G., Sani F. (1995) – Nuove ipotesi sulla genesi e l'evoluzione dei bacini post-nappe in relazione alle fasi compressive neogenico-quaternarie dell'Appennino Settentrionale. In: *Atti del convegno “Rapporti Alpi-Appennino”*. Polino R. & Sacchi R. (Editori). *Scritti e Docum. Accad. Naz. Delle Scienze*, 14, 229-262.
- Boccaletti M., Corti G., Gargini A., Gasperini P., Piccardi L. Pranzini G., Vannucci G., Moratti G. (1998) – Geologia urbana di Firenze. *Geologia dell'Ambiente*, Anno VI, n. 4/98, 9-20.
- Boccaletti M. & Sani F. (1998) – Cover thrust reactivation related to internal basement involvement during Neogene-Quaternary evolution of the Northern Apennines. *Tectonics*, 17 (1), 112-130.
- Briganti R., Ciufegni S., Coli M., Polimeni S. & Pranzini G. (2003) – Underground Florence: Plio-Quaternary geological evolution of the Florence area. *Bol Soc. Geol. It.* 122, 435-445.
- Capecchi F., Guazzone G. & Pranzini G. (1975a) – Il bacino lacustre di Firenze-Prato-Pistoia. *Geologia del sottosuolo e ricostruzione evolutiva*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 94, 637-660.
- Capecchi F., Guazzone G. & Pranzini G. (1975b) – Ricerche geologiche e idrogeologiche nel sottosuolo della pianura di Firenze. *Boll. Soc. Geol. It.*, 94, 661-692.
- Capecchi F., Guazzone G. & Pranzini G. (1975c) – Gli acquiferi profondi fra Firenze e Pistoia: carta delle permeabilità e delle profondità di giacitura sotto il piano campagna. *Bollettino degli ingegneri*, n. 12, 1-3.
- Castany G. (1982) – *Idrogeologia: principi e metodi*. Libreria Dario Flaccovio Editrice, 1-243.
- Cecconi A. & Cucchini P. (1986) – *L'antico lago di Firenze-Prato-Pistoia*. Edizioni del Palazzo, Prato, 1-47.
- Cestelli Guidi C. (1987) – *Geotecnica e tecnica delle fondazioni*. Volume primo. Ed. Ulrico Hoepli Milano. 1-863.
- Corti F. (2013) – Relazione tecnica. Realizzazione di piezometri nell'ambito di un piano di caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/06. Nuovo piazzale ovest di sosta aeromobili. Committente Aeroporto di Firenze. 1-18.

- Gargini A. & Pranzini G. (1994) – Map of protection against pollution of aquifers in the Middle Valdarno (Florence-Prato-Pistoia Plain). Mem. Soc. Geol. It., 48, 923-928.
- Grigioni A. (2012) – Relazione geologica e idrogeologica. Impianto di recupero energia da incenerimento di rifiuti non pericolosi loc. Case Passerini – Sesto Fiorentino (Fi). 1-158.
- Guazzone G. (1971) – Ricerca sulle falde acquifere profonde fra Firenze e Pistoia. Parte I. Indagine geologica. Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, 6, 42-53.
- Monti S. (2015) – Relazione tecnica – Piano di indagine. Impianto di recupero energia da incenerimento di rifiuti non pericolosi loc. Case Passerini – Sesto Fiorentino (Fi). Domanda di A.I.A., 1-42.
- Pandeli E. (2008) – La pianura di Firenze-Prato-Pistoia nel quadro dell'evoluzione geologica dell'Appennino Settentrionale. In: Un piano per la piana: idee e progetti per un parco. Atti del Convegno 9-10 maggio 2008 – Polo Scientifico e Tecnologico di Sesto Fiorentino, Università di Firenze., 1-16.
- Pranzini G. (1981) – Le risorse idriche dell'area consortile. Disponibilità attuale e prospettive di incremento. Consorzio delle risorse idriche – Schema 23. 1-24.
- Pranzini G. (1987) – Risorse idriche. In: Firenzecologia. Conoscere e capire l'ambiente del Comune di Firenze. Il Ventaglio, 18-32.
- Pranzini G. (1994) – Water resources of the Arno basin. Mem. Soc. Geol. It., 48, 785-794.
- Pranzini G. (2008) – Idrogeologia della piana fiorentina. In: Un piano per la piana: idee e progetti per un parco. Atti del Convegno 9-10 maggio 2008 – Polo Scientifico e Tecnologico di Sesto Fiorentino, Università di Firenze., 1-15.

7. APPENDICE

7.1 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI E DEGLI SCAVI CON ESCAVATORE MECCANICO RELATIVI AL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AI SENSI DEL D.LGS 152/2006 E SMI “NUOVO PIAZZALE OVEST DI SOSTA AEROMOBILI” – RELAZIONE FINALE DELLE INDAGINI ED ALLEGATI (REVISIONE 01)



Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %				Campioni	Permeabilità m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ 88,9 mm.
						Cl	Fl	Fr	Fe			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
			1	1,00		riporto: in prevalenza argilla limosa con clasti anche centimetrici di materiale vario										
	01		2													
			3									2,03E-07				
			4			argilla con limo marrone compatta con inclusi millimetrici e striature di argilla grigio azzurro										
			5													
			6	6,00												
			7													
	02		8			stratigrafia simile agli orizzonti superiori, argilla con limo priva di livelli grossolani										
			9													
			10													
			11													
			12	12,00												
			13													
			14													
			15													



Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %			Campioni	Permeabilità m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ 88,9 mm.
						q	u	g			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
			0,60		riporto: argilla limosa con inclusi centimetrici di varia natura										
	01	1													
		2													
		3													
		4			argilla con limo, colore marrone con inclusi clastici da millimetrici e frustoli carboniosi										
		5													
		6	6,00												
		7													
	02	8													
		9			stratigrafia simile agli orizzonti superiori, argilla limosa										
		10			priva di livelli grossolani										
		11													
		12													
		13													
		14													
		15													

perforazione a distruzione

non presente



Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %			Campioni	Permeabilit� m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ 88,9 mm.
						W	U	IP			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
			1		riporto: argilla limosa marrone compatta										
			1,50												
	01		2						C1						
			3												
			4		argilla con limo marrone con inclusi clastici										
			5												
			6												
	02		7												
			8		argilla con limo colore marrone				C2						
			9												
			10												
			11		argilla con limo colore marrone						2,38E-09				
			12						C3						
			13												
			14												
			15												



SONDAGGIO

S20

COMUNE DI: Firenze

DITTA: MESA sas

PROFONDITA' (m): 12

SONDA: Hydra Joy 4

Coordinate

P.C. m.s.l.m.: 38,03

Diam. Perf. ϕ (mm): 101

E = 1676437,98

N = 4853211,56

DATA: Inizio 23/10/13 Fine 23/10/13

SCALA 1:75

Da m: 0,0 a m: 12

Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %				Campioni	Permeabilità m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ 88,9 mm.
						q	u	g	l			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
			1		riporto: argilla limosa con inclusi centimetrici di varia natura											
			1,50													
	01		2		argilla con limo, colore marrone con venature di argilla grigio azzurra						1,90E-07					
			3													
			4													
			5													
			6		stratigrafia simile agli orizzonti superiori, argilla limosa priva di livelli grossolani						3,13E-09				non presente	
			6,00													
			7													
	02		8													
			9													
			10													
			11													
			12													
			13													
			14													
			15													



SONDAGGIO

S2

COMUNE DI: Firenze

DITTA: MESA sas

PROFONDITA' (m): **6**

SONDA: Hydra Joy 4

Coordinate

P.C. m.s.l.m.: 36,82

Diam. Perf. ϕ (mm): 101

E = 1676624,61

N = 4853164,99

DATA: Inizio 14/10/13 Fine 14/10/13

SCALA 1:75

Da m: 0,0 a m.: 6

Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %				Campioni	Permeabilit� m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ - 88,9 mm.
						gr	sp	sp	sp			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
	01	1			riporto: argilla con limo marrone, compatta											
		2	2,40			riporto: argilla grigio chiaro con pulper										
		3	2,65			riporto: argilla limosa marrone										
		4	3,20			riporto: argilla grigio chiaro con pulper										
			3,47			riporto: argilla grigio chiaro con pulper										
			3,65			riporto: argilla grigio chiaro con pulper										
			4,20			riporto: argilla grigio chiaro con pulper										
			5,00			riporto: argilla limosa marrone										
			5,20			riporto: argilla grigio chiaro con pulper										
			6,00			argilla con limo marrone con inclusi clastici millimetrici										
		02	7													
			8													
			9													
			10													
			11													
		12														
		13														
		14														
		15														



Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %					Campioni	Permeabilità m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ : 88,9 mm.
						gr	ar	sa	si	pe			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
			0,50		riporto: argilla con limo						C1						
		1			argilla con limo marrone con rari inclusi clastici												
		2															
		3	3,00														
		4															
		5			argilla con limo con abbondanti inclusi clastici						C2						
		6	6,00														
		7															
		8															
		9															
		10															
		11															
		12															
		13															
		14															
		15															



SONDAGGIO

S8

COMUNE DI: Firenze

DITTA: MESA sas

PROFONDITA' (m): **6**

SONDA: Hydra Joy 4

Coordinate

P.C. m.s.l.m.: 36,70

Diam. Perf. ϕ (mm): 101

E = 1676831,13

N = 4852976,92

DATA: Inizio 24/10/13 Fine 24/10/13

SCALA 1:75

Da m: 0,0 a m.: 6

Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %				Campioni	Permeabilità m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ - 88,9 mm.
						gr	sp	sc	sp			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
	01	1	1,00		riporto: argilla limosa con inclusi di varia natura											
		2			riporto: argilla grigio chiaro con pulper											
		3	2,54			riporto: argilla limosa marrone										
		4				riporto: argilla con limo marrone										
		5	4,40			riporto argilla colore grigio chiaro con pulper										
		6	6,00			argilla con limo marrone con rari inclusi clastici						3,43E-09				
	02	7														
		8														
		9	9,20													
		10														
		11														
	12															
	13															
	14															
	15															



Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %					Campioni	Permeabilità m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ - 88,9 mm.
						q	u	g	o	l			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
		1			riporto: argilla con limo marrone compatta						C1						
		2	2,00														
	01	3															
		4			argilla con limo, colore marrone con inclusi clastici da millimetrici a centimetrici						C2						
		5															
		6	5,50														
	02	7															
		8															
		9															
		10															
		11															
		12															
		13															
		14															
		15															



Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %				Campioni	Permeabilità m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ - 88,9 mm.
						W	U	OC	OP			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
			1		riporto: argilla limosa con inclusi di varia natura											
			1,40													
	01		2													
			3													
			4		argilla con limo, colore marrone con inclusi clastici da millimetrici a centimetrici											
			5													
			6													
			6,00													
	02		7													
			8													
			9													
			10													
			11													
			12													
			13													
			14													
			15													



SONDAGGIO

S16

COMUNE DI: Firenze

DITTA: MESA sas

PROFONDITA' (m): **6**

SONDA: Hydra Joy 4

Coordinate

P.C. m.s.l.m.: 36,57

Diam. Perf. ϕ (mm): 101

E = 1676607,27

N =

4853118,6

DATA: Inizio 17/10/13 Fine 17/10/13

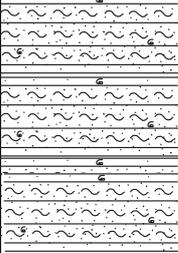
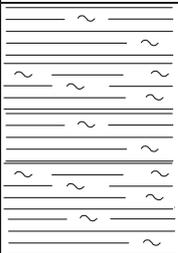
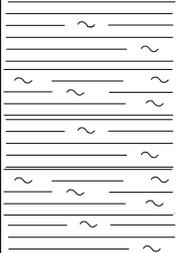
SCALA 1:75

Da m: 0,0 a m: 6

Rivestimento	Cassette	Scala (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAR. %				Campioni	Permeabilità m/sec	PARAMETRI GEOTECNICI			Quota falda	Piezometro ϕ - 88,9 mm.
						AR	OP	SP	EP			P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	RQD %		
			0,50		terreno vegetale prev. argilloso											
		1														
		2			argilla con limo compatto, marrone, con rari inclusi clastici											
		3	3,00													
		4			argilla con limo marrone con inclusi clastici											
		5	4,50													
		6	6,00		argilla con limo compatto, marrone, con rari inclusi clastici											
		7														
		8														
		9														
		10														
		11														
		12														
		13														
		14														
		15														



COMMITTENTE :	Aeroporto di Firenze - AdF SpA
COMUNE :	Firenze
LOCALITA' :	Via del Termine
PROFONDITA' :	3 m
QUOTA P.C. m s.l.m. :	36,92
Coordinate Gauss Boaga	DATA ESECUZIONE: 14/10/2013
E: 1676589,87	N: 4853196,70
DITTA ESECUTRICE : ITALSCAVI	

PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	PARAMETRI GEOTECNICI	
				P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
1,0		riporto: argilla limosa			
2,0		argilla con limo di colore marrone			
3,0					
4,0					

Fotografie

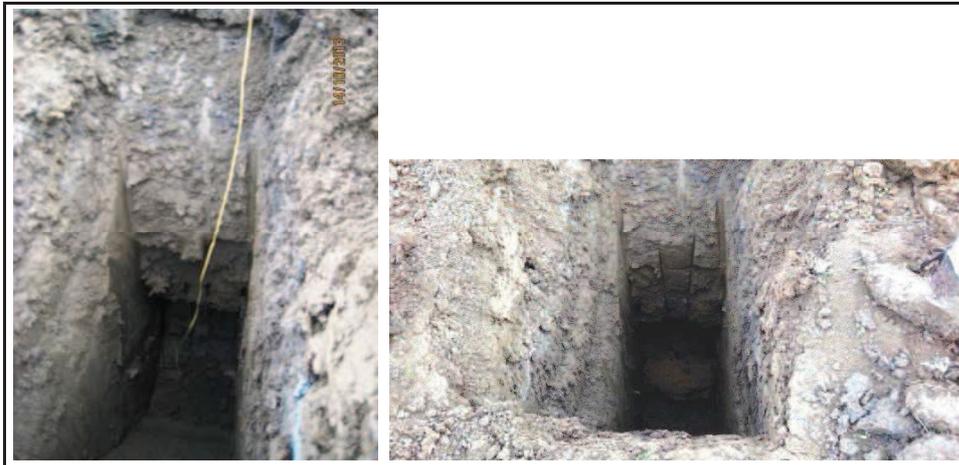




COMMITTENTE :	Aeroporto di Firenze - AdF SpA
COMUNE :	Firenze
LOCALITA' :	Via del Termine
PROFONDITA' :	3,3 m
QUOTA P.C. m s.l.m. :	36,81
Coordinate Gauss Boaga	DATA ESECUZIONE: 14/10/2013
E: 1676654,59	N: 4853132,47
DITTA ESECUTRICE : ITALSCAVI	

PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	PARAMETRI GEOTECNICI	
				P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
0,70		riporto: argilla limosa			
2,0		argilla con limo di colore marrone			
3,0		argilla grigio scuro			
3,30		argilla grigio scuro			
4,0					

Fotografie

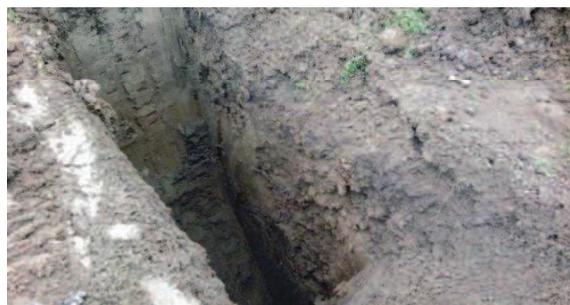




COMMITTENTE :	Aeroporto di Firenze - AdF SpA
COMUNE :	Firenze
LOCALITA' :	Via del Termine
PROFONDITA' :	3,0 m
QUOTA P.C. m s.l.m. :	35,88
Coordinate Gauss Boaga	DATA ESECUZIONE: 15/10/2013
E: 1676712,85	N: 4853057,21
DITTA ESECUTRICE : ITALSCAVI	

PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	PARAMETRI GEOTECNICI	
				P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
0,50		riporto: limo sabbioso			
2,0		argilla con limo deb. sabbiosa di colore marrone chiaro			
3,0					
4,0					

Fotografie





COMMITTENTE :	Aeroporto di Firenze - AdF SpA
COMUNE :	Firenze
LOCALITA' :	Via del Termine
PROFONDITA' :	3 m
QUOTA P.C. m s.l.m. :	36,89
Coordinate Gauss Boaga	DATA ESECUZIONE: 15/10/2013
E: 1676789,21	N: 4852989,52
DITTA ESECUTRICE : ITALSCAVI	

PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	PARAMETRI GEOTECNICI	
				P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
1,0		riporto: argilla limoso sabbiosa con inclusi di varia natura			
1,50		riporto: argilla di colore grigio chiaro con pulper			
2,0		riporto: materiale di varia natura in prev. argilloso limoso			
3,0		argilla con limo di colore marrone chiaro			
4,0					

Fotografie





COMMITTENTE :	Aeroporto di Firenze - AdF SpA
COMUNE :	Firenze
LOCALITA' :	Via del Termine
PROFONDITA' :	3,0 m
QUOTA P.C. m s.l.m. :	36,72
Coordinate Gauss Boaga	DATA ESECUZIONE: 15/10/2013
E: 1676850,22	N: 4852924,07
DITTA ESECUTRICE : ITALSCAVI	

PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	PARAMETRI GEOTECNICI	
				P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
1,0		riporto: in prevalenza argilla limosa			
1,20					
2,0		argilla con limo di colore marrone chiaro			
3,0					
4,0					

Fotografie





COMMITTENTE :	Aeroporto di Firenze - AdF SpA
COMUNE :	Firenze
LOCALITA' :	Via del Termine
PROFONDITA' :	3,10 m
QUOTA P.C. m s.l.m. :	36,80
Coordinate Gauss Boaga	DATA ESECUZIONE: 15/10/2013
E: 1676807,61	N: 4852922,38
DITTA ESECUTRICE : ITALSCAVI	

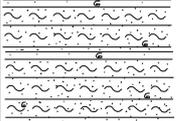
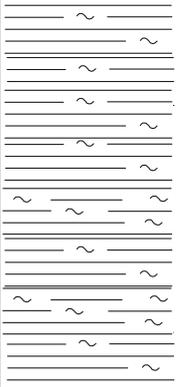
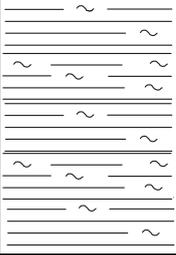
PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	PARAMETRI GEOTECNICI	
				P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
1,0		riporto: argilla limosa			
1,50		riporto: argilla di colore grigio chiaro con pulper solo su lato Ovest della trincea			
2,0		riporto: argilla limosa			
3,0		argilla con limo di colore marrone			
4,0					

Fotografie





COMMITTENTE :	Aeroporto di Firenze - AdF SpA
COMUNE :	Firenze
LOCALITA' :	Via del Termine
PROFONDITA' :	3,10 m
QUOTA P.C. m s.l.m. :	35,68
Coordinate Gauss Boaga	DATA ESECUZIONE: 15/10/2013
E: 1676721,03	N: 4852999,99
DITTA ESECUTRICE : ITALSCAVI	

PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	PARAMETRI GEOTECNICI	
				P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
0,50		riporto: limo sabbioso			
2,0		argilla con limo deb. sabbiosa di colore marrone chiaro			
3,0					
4,0					

Fotografie





COMMITTENTE :	Aeroporto di Firenze - AdF SpA
COMUNE :	Firenze
LOCALITA' :	Via del Termine
PROFONDITA' :	3,20 m
QUOTA P.C. m s.l.m. :	35,64
Coordinate Gauss Boaga	DATA ESECUZIONE: 15/10/2013
E: 1676656,05	N: 4853071,07
DITTA ESECUTRICE : ITALSCAVI	

PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	PARAMETRI GEOTECNICI	
				P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
0,4		riporto: argilla limosa			
1,0		riporto: argilla di colore grigio chiaro con pulper			
1,20					
1,70		riporto: argilla limosa			
2,0		argilla limosa			
3,0		argilla con limo di colore marrone chiaro			
3,2		argilla marrone			
4,0					

Fotografie





COMMITTENTE :	Aeroporto di Firenze - AdF SpA
COMUNE :	Firenze
LOCALITA' :	Via del Termine
PROFONDITA' :	3,80 m
QUOTA P.C. m s.l.m. :	37,92
Coordinate Gauss Boaga	DATA ESECUZIONE: 14/10/2013
E: 1676480,78	N: 4853211,73
DITTA ESECUTRICE : ITALSCAVI	

PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	PARAMETRI GEOTECNICI	
				P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
1,0		riporto: argilla con limo di colore marrone			
2,0		riporto: argilla con limo di colore marrone			
2,7		riporto: argilla con limo di colore marrone			
3,0		riporto: argilla di colore grigio chiaro con pulper			
3,60		argilla con limo			
3,80					
4,0					

Fotografie

