

#### UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FERRARA Via G. Saragat, 1 – 44100 FERRARA





CONSORZIO FERRARA RICERCHE Via G. Saragat, 1 – 44100 FERRARA

### Contratto di Ricerca Comune di Ferrara - Servizio Pianificazione Urbanistica Consorzio Ferrara Ricerche

# "VALUTAZIONE DEL RISCHIO GEOTECNICO DELLE AREE EDIFICATE ED EDIFICABILI DEL PSC DEL COMUNE DI FERRARA"

Gruppo Geotecnico Dipartimento di Ingegneria di Ferrara Prof. Ing. Vincenzo Fioravante Ing. Lara Guerra

1- SCOPO	3
2- DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3- PROVE GEOGNOSTICHE IN SITO	5
4- INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E GEO	TECNICO DEL
TERRITORIO	8
5- CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEGLI AMBITI	16
5.1- Ambiti di trasformazione	16
5.2- Ambiti consolidati	17
6- CRITICITA' DI NATURA GEOTECNICA	18
7- RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE	19
7.1- "Schede d'Ambito"	19
7.2- "Tabelle di Sintesi"	20
7.3- Sigle e abbreviazioni	22
ALLEGATO 1: "TAVOLE DI IDENTIFICAZIONE ELLE PROVE GE	OGNOSTICHE"
ALLEGATO 2: "SCHEDE D'AMBTIO"	
ALLEGATO 3: "TABELLE DI SINTESI"	

#### 1- SCOPO

Lo scopo della presente relazione geologico-geotecnica è di fornire una valutazione delle caratteristiche lito-stratigrafiche e geotecniche dei terreni interessati dalle aree edificate ed edificabili individuate dal Piano Strutturale del Comune di Ferrara - PSC.

Il PSC rappresenta lo strumento di pianificazione urbanistica per delineare le scelte strategiche di assetto e sviluppo del territorio comunale e per tutelarne l'integrità fisica, ambientale e culturale.

A tal fine si propone l'obiettivo di riqualificare e completare la città e gli insediamenti esistenti, di estendere i caratteri di qualità urbana del centro storico ai quartieri periferici, di costruire nuove reti e connessioni sul territorio, di tutelare il centro storico e il patrimonio culturale e infine, di salvaguardare e migliorare lo stato dell'ambiente.

Per attuare tali obiettivi, il PSC del Comune di Ferrara ha individuato 24 "strutture insediative", elencate in Tabella 1, che rappresentano le differenti situazioni in cui si trovano le aree in funzione del loro "carattere urbano".

Al proprio interno ogni struttura insediativa può contenere uno o più ambiti, che rappresentano la suddivisione del territorio in funzione del grado di consolidamento e di trasformabilità. L'"ambito" identifica l'entità territoriale di base, per la quale il PSC definisce le quantità insediabili minime e massime, le dotazioni ambientali di infrastrutture e di attrezzature collettive.

Per ciascun ambito sono stati evidenziati i potenziali rischi di natura geotecnica emersi dall'analisi; inoltre, per le sole aree edificabili, sono state indicate le tipologie e le caratteristiche delle indagini ed analisi integrative, necessarie alla definizione delle fasi di pianificazione successive al PSC.

#### 2- DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per l'elaborazione della presente relazione sono state tenute in considerazione le informazioni di natura geologico-geotecnica precedentemente acquisite, in particolare è stato fatto riferimento alle relazioni tecniche e agli elaborati grafici:

- [1]. "Relazioni geologiche per il PSC". Relazione n. 1/02.01, ottobre 2003. M. Bondesan.
- [2]. "Carta Geotecnica Schematica Comunale": tav. 1/02.13, ottobre 2003. M. Bondesan.
- [3]. "Carta della Litologia di Superficie Comunale": tav. 1/02.15, ottobre 2003. M. Bondesan.
- [4]. "Carta Geomorfologica Comunale": tav. 1/02.16, ottobre 2003. M. Bondesan.
- [5]. "Carta di Profondità della Superficie Freatica Comunale": tav. 1/02.21, ottobre 2003. M. Bondesan.
- [6]. "Valutazione del rischio sismico connesso alla suscettibilità a liquefazione dei terreni delle nuove aree di espansione del Comune di Ferrara e delle aree del Comune stesso soggette alla normativa Seveso II". Relazione n. 1/03b, novembre 2008. V. Fioravante, D. Giretti.
- [7]. "Carta Geologica Provinciale di Pianura". 1999. Archivio Cartografico, RER.
- [8]. "Supporto tecnico idrogeologico alla procedura di valutazione e sostenibilità ambientale. Zona via Bologna direttrice per Cona". Relazione n. 1/03.01, ottobre 2003. A. Gargini, M. Bondesan.
- [9]. "Supporto tecnico idrogeologico alla procedura di valutazione e sostenibilità ambientale. Zona Ferrara nord Pontelagoscuro". Relazione n. 1/03.01a, ottobre 2003. A. Gargini.

#### 3- PROVE GEOGNOSTICHE IN SITO

Per definire un modello lito-stratigrafico degli ambiti di trasformazione e di quelli consolidati costituenti ogni struttura insediativa, sono state analizzate le prove in sito disponibili, le quali sono state raggruppate come segue:

1. Sondaggi geognostici e pozzi esplorativi

I dati dei sondaggi geognostici e dei pozzi esplorativi permettono di ricostruire le sequenze stratigrafiche dei terreni indagati; le successioni litologiche rinvenute sono riportate secondo scansioni variabili con intervalli di profondità da decimetrici a metrici, fino alla massima profondità raggiunta. Nella presente relazione sono stati riassunti i dati dei sondaggi e dei pozzi esplorativi solo fino all'unità litologica posta a 30 m di profondità dal piano campagna locale, perché profondità maggiori non sono state ritenute di interesse per lo scopo di questo studio.

I sondaggi analizzati sono stati divisi in due gruppi:

- a. Sondaggi e pozzi esplorativi provenienti dalla banca dati regionale (RER, dicembre 1995). Le ubicazioni di tali indagini sono state riportate nelle tavole dell'Allegato 1 e nelle schede dell'Allegato 2, contrassegnate da un cerchio giallo.
- b. Sondaggi e pozzi esplorativi integrativi reperiti per la redazione del documento [1].
   Le ubicazioni di tali indagini sono state riportate nelle tavole dell'Allegato 1 e nelle schede dell'Allegato 2, contrassegnate da un quadrato azzurro.

#### 2. Prove penetrometriche statiche CPT e CPTu

I risultati delle prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test - CPT) riportano gli andamenti con la profondità della resistenza alla punta penetrometrica, qc, della resistenza per attrito laterale, fs e, se la prova penetrometrica è stata eseguita con piezocono (CPTu), della



sovrappressione interstiziale generata nel terreno dall'avanzamento della punta stessa, u, quest'ultima utile per la definizione della profondità di falda. Tali dati sono stati interpretati fino a 15 m di profondità dal piano campagna locale, in quanto profondità maggiori sono state indagate solo localmente.

Per la rappresentazione cartografica allegata in relazione, le prove penetrometriche statiche analizzate sono state divise in due gruppi:

- a. Prove meccaniche e con piezocono, spinte a profondità variabili tra i 18 m e i 40 m da piano campagna locale, utilizzate per la valutazione del rischio sismico [7]. Le ubicazioni di tali indagini sono state riportate nelle tavole dell'Allegato 1 e nelle schede dell'Allegato 2 e contrassegnate da un ottagono magenta.
- b. Prove integrative provenienti dall'archivio comunale. Questo gruppo di indagini è costituito da prove penetrometriche statiche eseguite principalmente con punta meccanica che hanno indagato profondità mediamente attorno a 15 m; solo un numero molto ridotto di prove penetrometriche è stato spinto a profondità maggiori. Le ubicazioni di tali indagini sono state riportate nelle tavole dell'Allegato 1 e nelle schede dell'Allegato 2 e contrassegnate da un triangolo verde.

In Tabella 3.1 è stato riportato il numero di sondaggi geognostici e di prove penetrometriche statiche impiegate per l'analisi di ogni struttura insediativa.

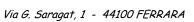




Tabella 3.1: elenco delle prove geognostiche in sito relative ad ogni struttura insediativa-

	STRUTTURA INSEDIATIVA	SONDAGGI E POZZI	PROVE PENETROMETRICHE
1	Centro Storico	215	61
2	Porta Catena, San Giacomo	69	25
3	Doro	67	26
4	Via Bologna	311	94
5	Quacchio, Borgo Punta	124	41
6	Via Comacchio	46	16
7	Malborghetto, Boara, Pontegradella, Focomorto	70	35
8	Aguscello	12	1
9	Pontelagoscuro	174	21
10	Francolino, Pescara, Sabbioni, Fossadalbero	32	10
11	Polo Chimico	493	53
12	Mizzana	67	16
13	Arginone	31	4
14	Porotto, Cassana	38	27
15	Borgo Scoline, Fondo Reno	26	6
16	Porporana, Ravalle, Casaglia	11	6
17	Piccola Media Industria	233	34
18	Cona, Cocomaro, Quartesana, Codrea	25	33
19	Correggio, Malborghetto, Corlo, Baura, Contrapò, Viconovo	22	22
20	Albarea, Villanova, Denore, Parasacco	31	17
21	Uccellino, San Martino, Montalbano	48	30
22	San Bartolomeo, Spinazzino	10	11
23	Torre Fossa, Fossanova, Gaibanella, S. Egidio, Gaibana	30	8
24	Monestirolo, Marrara, Bova	7	3

## 4- INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E GEOTECNICO DEL TERRITORIO

Il territorio del comune di Ferrara si trova nella Pianura Padana, una depressione tettonica formatasi fra le Alpi e gli Appennini quando tali catene montuose si sollevarono ed emersero dal mare in seguito a fenomeni orogenetici, e successivamente colmata da depositi di materiali sciolti di origine marina e fluvio-deltizia.

Nella pianura del comune di Ferrara, in superficie affiorano in modo uniforme sedimenti olocenici di piana alluvionale che si spingono in profondità per diversi di metri. Seguono, all'aumentare della profondità, depositi più antichi di piana deltizia o alluvionale, depositi fluvio-deltizi e litorali, depositi marini e infine la roccia vera e propria, variamente deformata e fratturata; gli ultimi depositi marini sono di tipo sabbioso, di spiaggia, a testimonianza del graduale colmamento del bacino. Le rocce più recenti sono rappresentate da accumuli detritici disordinati e caotici, in quello che era un golfo marino in subsidenza. Le rocce più antiche costituiscono una parte sepolta dell'Appennino; in particolare, l'area oggetto di studio insiste su una serie di pieghe anticlinali associate a faglie, la cosiddetta Dorsale ferrarese, il cui movimento è la causa dei terremoti che si sono registrati nella zona.

I sedimenti olocenici superficiali (mediamente primi 20 metri di profondità), di interesse applicativo per la pianificazione territoriale, sono la conseguenza della fase di accumulo detritico di tipo prevalentemente fluviale, successiva alla completa emersione della pianura ferrarese.

La deposizione di tipo fluviale, avvenuta in modo non uniforme, ha avuto come conseguenza diretta una estrema eterogeneità granulometrica dei sedimenti, sia in senso verticale che areale, per cui l'assetto stratigrafico della zona risulta abbastanza complesso. In epoca olocenica e storica l'area oggetto di studio era interessata da una fitta rete idrografica, i cui corsi d'acqua erano liberi di espandere le proprie acque di piena nelle zone circostanti:



nelle sponde naturali dell'alveo e nelle aree immediatamente circostanti (aree di più alta energia idrodinamica) erano depositati i materiali più grossolani trasportati in sospensione, mentre i sedimenti più fini si distribuivano lontano, nelle aree situate tra un alveo e l'altro (acque di esondazione caratterizzate da bassa energia di trasporto). Questo comportamento è confermato anche dall'assetto altimetrico della zona: il territorio del comune di Ferrara è caratterizzato da fasce di terreno più elevate, in corrispondenza dei corsi fluviali esistenti ed estinti (sedimenti grossolani meno compressibili) e da varie zone depresse (sedimenti fini maggiormente compressibili).

Nel territorio del comune si possono quindi distinguere entro i primi 20 m di profondità tre *ambienti morfologici - deposizionali* principali:

- 1. Ambiente dei paleoalvei, caratterizzato dalla presenza di corpi sabbiosi inclusi in macrostrati di terreni fini. Tali corpi sabbiosi, talvolta affioranti, spesso sepolti, si sviluppano linearmente seguendo i corsi degli alvei fluviali attivi o estinti; generalmente sono sormontati da decimetri di fanghi di chiusura dei canali.
- 2. Ambiente dei bacini interfluviali, costituito dalle aree di sedimentazione delle frazioni più fini. Tale ambiente è caratterizzato dalla prevalenza di argille inorganiche, argille limose, limi argillosi laminati, argille organiche, con frequenti intercalazioni torbose.
- 3. *Ambiente di transizione* dalle zone di paleoalveo a quelle dei bacini interfluviali, caratterizzato da alternanze di materiali fini e lenti sabbiose.

I depositi di epoca olocenica superficiali insistono su depositi sabbiosi di età fine-Pleistocene/primo-Olocene (ambienti di steppa-taiga glaciale di media pianura) diffusi con continuità in tutto il territorio comunale, più superficiali a nord, dove il tetto delle sabbie glaciali si trova tra i 18 m e i 25 m di profondità, più approfonditi a sud, dove il tetto si spinge fino ad oltre 30 m.

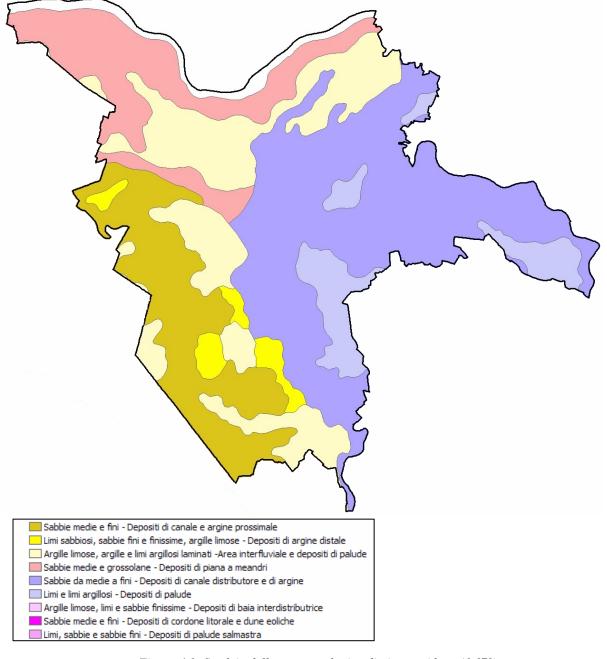


Gli ambienti morfologici - deposizionali descritti sono ben evidenziati nella Carta Geologica Provinciale di Pianura (doc. rif. [7]) rappresentata, limitatamente al territorio comunale, in Figura 4.1. Le informazioni contenute nella carta sono sostanzialmente riferibili alla superficie; oltre alla caratterizzazione litologica dei depositi superficiali essa riporta la suddivisione in ambienti deposizionali. Nel territorio del Comune di Ferrara la carta evidenzia la presenza di:

- aree interfluviali e depositi di palude, caratterizzati da argille limose, argille e limi argillosi laminati;
- depositi di palude, caratterizzati da limi e limi argillosi;
- depositi di argine distale, caratterizzati da limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose;
- depositi di canale distributore e di argine, caratterizzati da sabbie da medie a fini;
- depositi di canale e argine prossimale, caratterizzati da sabbie medie e fini;
- depositi di piana a meandri, caratterizzati da sabbie medie e grossolane.

Sovrapponendo alla Carta Geologica la Carta Geomorfologia Comunale (doc. rif. [4]), come riportato in Figura 4.2, si ha conferma del fatto che la distribuzione degli ambienti deposizionali descritti è funzione della storia morfologica del territorio ferrarese. I materiali più grossolani (sabbie) si sono concentrati nelle aree di paleoalveo e nelle loro immediate vicinanze, mentre i terreni a grana fine si sono depositati nelle zone più distanti.





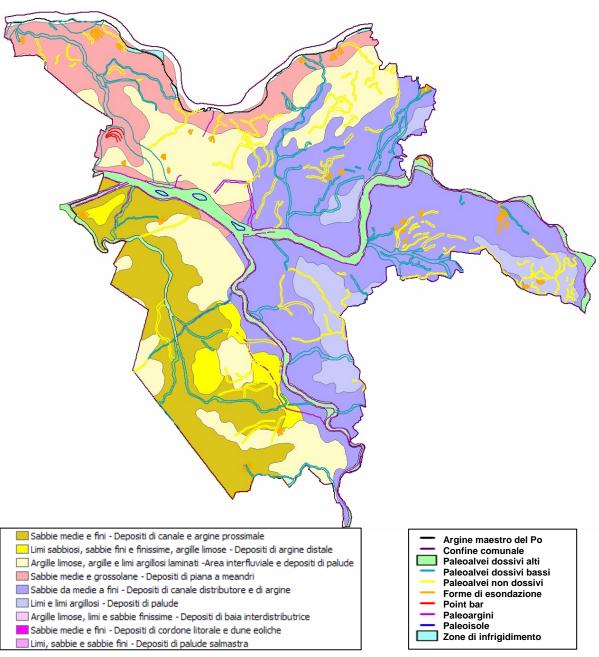
-Figura 4.1: Stralcio della carta geologica di pianura (doc. rif. [7])-

La distribuzione litologica dei sedimenti più superficiali (primi 80 cm dal piano campagna locale) è anch'essa legata alla dinamica delle divagazioni fluviali del reticolo idrografico che caratterizzava la zona. La Carta della Litologia di Superficie Comunale (doc. rif. [3]), rappresentata in Figura 4.3, evidenzia un'estrema variabilità dei litotipi affioranti e in

Via G. Saragat, 1 - 44100 FERRARA



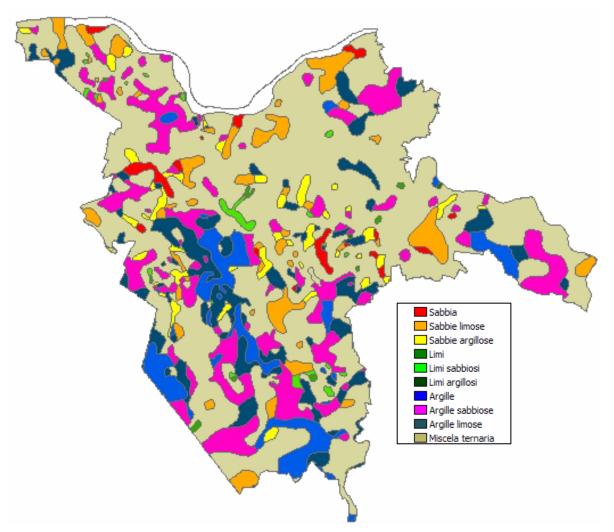
generale una prevalenza di miscele ternarie di argilla, sabbia, limo in corrispondenza dei paleoalvei, e di argille e argille limose lontano da essi.



-Figura 4.2: Sovrapposizione della carta geologica di pianura e della carta geomorfologica comunale (doc. rif. [7] e [4])-

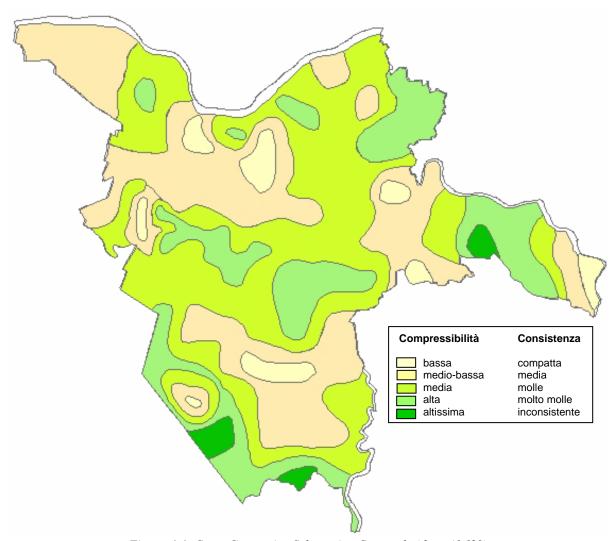
Dal punto di vista geotecnico, le caratteristiche meccaniche degli strati di terreno più superficiali sono state diffusamente studiate nel corso delle varie campagne geognostiche (sondaggi geognostici e prove penetrometriche statiche spinti fino a 10 m di profondità

rispetto al piano campagna locale) effettuate negli ultimi decenni nell'ambito della redazione degli strumenti di pianificazione urbanistica comunali. Attraverso la determinazione del limite liquido, del limite plastico e del contenuto d'acqua naturale, i terreni studiati sono stati inoltre suddivisi in cinque classi di consistenza: compatta (classe I), media (II), molle (III), molto molle (IV), inconsistente (V), come evidenziato nella Carta Geotecnica Schematica Comunale (doc. rif. [2]), riportata in Figura 4.4. Dalla carta, rappresentativa di volumi di terreno a comportamento geotecnico simile, emerge che estese zone del territorio comunale sono caratterizzate in superficie da terreni molto compressibili (classi III, IV, V).



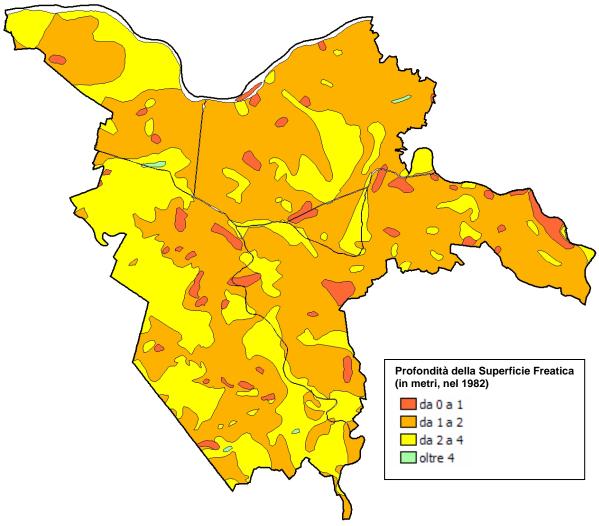
-Figura 4.3: Carta della Litologia di Superficie Comunale (doc. rif. [3])-

Inoltre, come evidenziato dalla Carta della Profondità della Superficie Freatica Comunale (doc. rif. [5]), riportata in Figura 4.5, la falda freatica ha superficie libera sempre molto prossima al piano campagna. Generalmente presenta degli "alti" in corrispondenza dei paleoalvei, e dei "bassi" relativi in corrispondenza dai catini interfluviali. Le escursioni della superficie libera tra periodo invernale e periodo estivo sono mediamente inferiori a 1 m. Come evidenziato nella relazione idrogeologica allegata al quadro conoscitivo del PSC del Comune (doc. rif. [8] e [9]), la falda freatica, nelle zone studiate, non è interpretabile come un corpo d'acqua continuo ma piuttosto come un insieme di corpi idrici, separati e fluenti nei litosomi sabbiosi e sabbio-limosi, separati da plaghe argillose o limoso-argillose ove è più corretto parlare di zona di saturazione e non di falda vera e propria.



-Figura 4.4: Carta Geotecnica Schematica Comunale (doc. rif. [2])-





-Figura 4.5: Carta di Profondità della Superficie Freatica Comunale (doc. rif. [5])-

Nelle "schede d'ambito", raccolte in Allegato 2, sono stati riportati gli stralci della cartografia tematica utilizzata per l'analisi di ciascuna area.

#### 5- CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEGLI AMBITI

#### 5.1- Ambiti di trasformazione

Gli ambiti di trasformazione individuati dal PSC nel territorio comunale sono le aree di nuovo insediamento residenziale e produttivo e gli isolati di riqualifica.

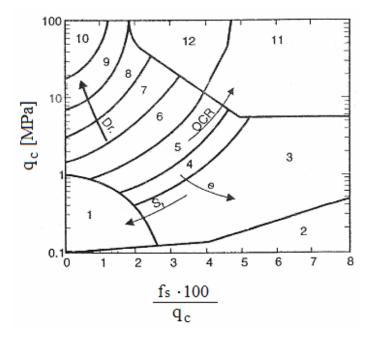
Per ogni ambito di trasformazione le prove in sito sono state distinte in "interne", se poste entro il perimetro di sistema dell'area, ed "esterne", se localizzate esternamente all'area ma nelle immediate vicinanze del suo perimetro.

La caratterizzazione geotecnica è stata eseguita per i primi 15 m di profondità dal piano campagna locale, in quanto profondità maggiori sono state indagate solo localmente.

La natura litologica degli strati è stata individuata tramite l'abaco di Robertson (1986), riportato in Figura 5.1.

Per ogni ambito di trasformazione è stato definito un profilo composto da una successione di unità litologiche, ciascuna delle quali è stata caratterizzata da valori di resistenza que fs, rappresentativi del comportamento medio della matrice dei terreni indagati.

- 1- materiale sensitivo
- 2- materiale organico
- 3- argilla
- 4-argilla-argilla limosa
- 5- argilla limosa-limo argilloso
- 6- limo sabbioso-limo argilloso
- 7- sabbia limosa-limo sabbioso
- 8- sabbia-sabbia limosa
- 9- sabbia
- 10- sabbia ghiaiosa sabbia
- 11- materiale fine molto rigido (oc)
- 12- sabbia sabbia argillosa (oc)



- Figura 5.1: Abaco di Robertson, 1986-



Per gli ambiti di trasformazione appartenenti a strutture insediative attraversate o lambite da paleoalvei, la sequenza lito-stratigrafica rappresentativa della matrice è stata definita, a favore di sicurezza, escludendo gli elevati valori di resistenza registrati dalle prove localizzate all'interno del paleoalveo, in quanto poco rappresentativi del comportamento dell'intera area.

Infine, per gli ambiti di trasformazione appartenenti a strutture insediative estese o che comprendono più centri abitati distanti tra loro, sono state definite delle sottoaree per ciascuna delle quali è stata ricavata una specifica sequenza lito-stratigrafica.

Le sequenze lito-stratigrafiche definite attraverso l'analisi dei risultati delle prove penetrometriche statiche, sono stati convalidati dai dati forniti dai sondaggi geognostici e dai pozzi esplorativi.

I risultati delle prove penetrometriche e i sondaggi analizzati, le loro ubicazioni all'interno dell'area oggetto di studio e le considerazioni eseguite per giungere al profilo geotecnico di progetto, sono stati riportati nelle singole "schede di ambito", contenute nell'Allegato 2.

#### 5.2- Ambiti consolidati

Gli ambiti consolidati individuati dal PSC sono le aree edificate del territorio comunale.

Per ogni ambito consolidato sono stati integrati i risultati delle prove penetrometriche statiche, i dati dei sondaggi geognostici e le informazioni delle cartografie tematiche, i quali hanno fornito una descrizione qualitativa delle litologie presenti nell'ambito.

I risultati dell'analisi sono stati riportati nelle "tabelle di sintesi" in Allegato 3 dove sono state evidenziate anche le principali criticità geotecniche emerse.



#### 6- CRITICITA' DI NATURA GEOTECNICA

Con riferimento alle tre tipologie di ambienti morfologici - deposizionali (Par. 4), sono state evidenziate due principali criticità di natura geotecnica:

#### 1) Elevata eterogeneità spaziale

La criticità geotecnica che compete agli ambiti che sorgono su ambienti morfologicodeposizionali di paleoaleveo (Ambiente di tipo 1) e di zona di transizione (Ambiente di tipo 3) riguarda la presenza di alternanze di materiali fini con lenti sabbiose che generano un'elevata eterogeneità spaziale. Pertanto, la caratterizzazione meccanica puntuale dei materiali ha una limitata rappresentatività.

#### 2) Presenza di lenti di torba e/o materiale organico

La criticità geotecnica che compete agli ambiti che sorgono su ambienti morfologicodeposizionali di bacino interfluviale (Ambiente di tipo 2) riguarda la presenza diffusa di lenti di torba e/o di materiale organico, solitamente decimetriche entro i primi 15 m di profondità da piano campagna, che producono cedimenti totali e differenziali di notevole entità e cedimenti di consolidazione molto differiti nel tempo.

Poiché le strutture insediative, e quindi gli ambiti analizzati, si sviluppano frequentemente su più tipologie deposizionali è possibile riscontrare nella stessa area più criticità geotecniche.

Nelle singole "tabelle di sintesi", raccolte in Allegato 3, relative alle aree edificate ed edificabili del territorio comunale, sono state riportate le criticità ritenute potenzialmente più gravose per l'ambito esaminato.



#### 7- RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE

L'analisi svolta ha riguardato distintamente sia gli ambiti consolidati che quelli di trasformazione; i risultati sono stati riassunti nelle "schede d'ambito", riportate in Allegato 2, e nelle "tabelle di sintesi", riportate in Allegato 3. Maggiore rilievo è stato dato all'analisi degli ambiti di trasformazione la cui caratterizzazione geologico-geotecnica costituisce un punto nodale del PSC.

#### 7.1- "Schede d'Ambito"

Ogni "scheda d'ambito" è composta da:

- Inquadramento dell'ambito

Le aree di ciascun ambito di trasformazione sono state inquadrate con riferimento alle cartografie tematiche, dalle quali sono stati desunti alcuni elementi che le contraddistinguono. Gli stralci cartografici riportati nelle Figure da (a) a (f) contengono valutazioni di merito dedotte dall'interpretazione delle prove eseguite nell'ambito.

- Interpretazione delle prove penetrometriche statiche

Ogni scheda d'ambito riporta la sintesi dell'interpretazione delle prove penetrometriche statiche che hanno portato alla definizione della sequenza lito-stratigrafica rappresentativa dei primi 15 m di profondità da piano campagna locale e alla definizione dei valori medi delle resistenze qc attribuibili alla matrice prevalente di ciascuno strato. Inoltre, sono state raccolte le osservazioni sulla distribuzione spaziale, sul numero delle prove penetrometriche disponibili e sull'omogeneità dei risultati ottenuti. Infine è stato riportato l'intervallo della profondità di falda, ottenuto dall'interpretazione delle misure della sovrapressioni interstiziali, quando disponibili, e dai dati riportati sui certificati delle prove CPT meccaniche.



- Interpretazione dei sondaggi e dei pozzi geognostici

Le descrizioni lito-stratigrafiche ottenute dai sondaggi geognostici e dai pozzi integrativi, sono state sintetizzate in ciascuna scheda; esse hanno complessivamente confermato la sequenza lito-stratigrafica dedotta dall'elaborazione dei dati delle prove penetrometriche, evidenziando con maggiore dettaglio la presenza localizzata di lenti sabbiose, limose e strati di torba e materiale organico.

#### - Profilo geotecnico di riferimento

Dall'integrazione delle informazioni ottenute dalla cartografia tematica con i risultati dell'interpretazione delle prove penetrometriche statiche e dell'analisi dei sondaggi geognostici, è stato ricavato un profilo geotecnico di riferimento dell'area che descrive la natura litologica della matrice e riporta le resistenze degli strati, come valori medi di resistenze alla punta qc; inoltre, è stata fissata una profondità del livello di falda rappresentativa dell'area.

#### - Criticità dell'ambito

In ogni ambito sono state evidenziate le principali criticità di natura geotecnica e le conseguenze da esse prodotte (Par. 6).

#### - Indagini di approfondimento

Per le aree di trasformazione non direttamente indagate sono stati assunti, in prima approssimazione, i dati ottenuti dalle prove eseguite nelle immediate vicinanze, in attesa di ulteriori indagini integrative.

#### 7.2- "Tabelle di Sintesi"

Le "tabelle di sintesi", raccolte in Allegato 3, forniscono un inquadramento geologico-geotecnico riassuntivo dell'intera struttura insediativa e delle potenziali criticità geotecniche riscontrate.



In ogni struttura insediativa, la prima tabella di sintesi è relativa agli ambiti consolidati; in essa sono riportate la descrizione litologica dell'area, la profondità di falda stimata e le potenziali criticità di natura geotecnica emerse dall'analisi.

Nella seconda tabella, riguardante gli ambiti di trasformazione, è stata restituita la sequenza lito-stratigrafica con l'indicazione dei valori medi di resistenza alla punta qc relativi a ciascuno strato ed è stato assegnato un dato numerico indicante la "rappresentatività" del profilo geotecnico ottenuto; è stata riportata la profondità di falda stimata dall'analisi e sono state elencate le principali criticità di natura geotecnica relative all'ambito studiato. Infine, sono state circoscritte le aree per le quali si ritiene necessario un approfondimento di indagine geognostica da attuarsi nelle fasi di pianificazione successive al PSC.

Il grado di "rappresentatività del dato" dipende dalla quantità e dalla distribuzione delle prove penetrometriche utilizzate per la definizione del profilo geotecnico di riferimento dell'ambito. Sono stati individuati i tre gradi di rappresentatività:

Grado 1: *Rappresentatività buona*: per la determinazione del profilo geotecnico sono state impiegate solo prove penetrometriche interne al perimetro della struttura insediativa;

Grado 2: *Rappresentatività discreta*: per la determinazione del profilo geotecnico sono state impiegate prove penetrometriche interne al perimetro della struttura insediativa e prove esterne poste nelle immediate vicinanze;

Grado 3: *Rappresentatività scarsa*: per la determinazione del profilo geotecnico sono state impiegate solo prove penetrometriche esterne al perimetro della struttura insediativa, eseguite nelle sue immediate vicinanze.

#### 7.3- Sigle e abbreviazioni

Nelle "schede d'ambito" (Allegato 2) e nelle "tabelle di sintesi" (Allegato 3), per definire i litotipi ottenuti dall'elaborazione delle prove penetrometriche statiche e dall'analisi dei sondaggi geognostici sono state utilizzate delle sigle:

<b>A</b>	argilla
L	limo
S	sabbia
G	ghiaia
<b>AL</b>	argilla limosa
<b>SL</b>	sabbia limosa
LA	limo argilloso
LS	limo sabbioso

Altri litotipi sono stati riportati in modo esplicito, come torba, mat. organico, terr. vegetale, terr. riporto, ciottoli, trovanti, laterizi.