

**- COMUNE DI PISA -**  
**PROVINCIA DI PISA**  
*Frazione : Tirrenia*  
*Via delle Giunchiglie*

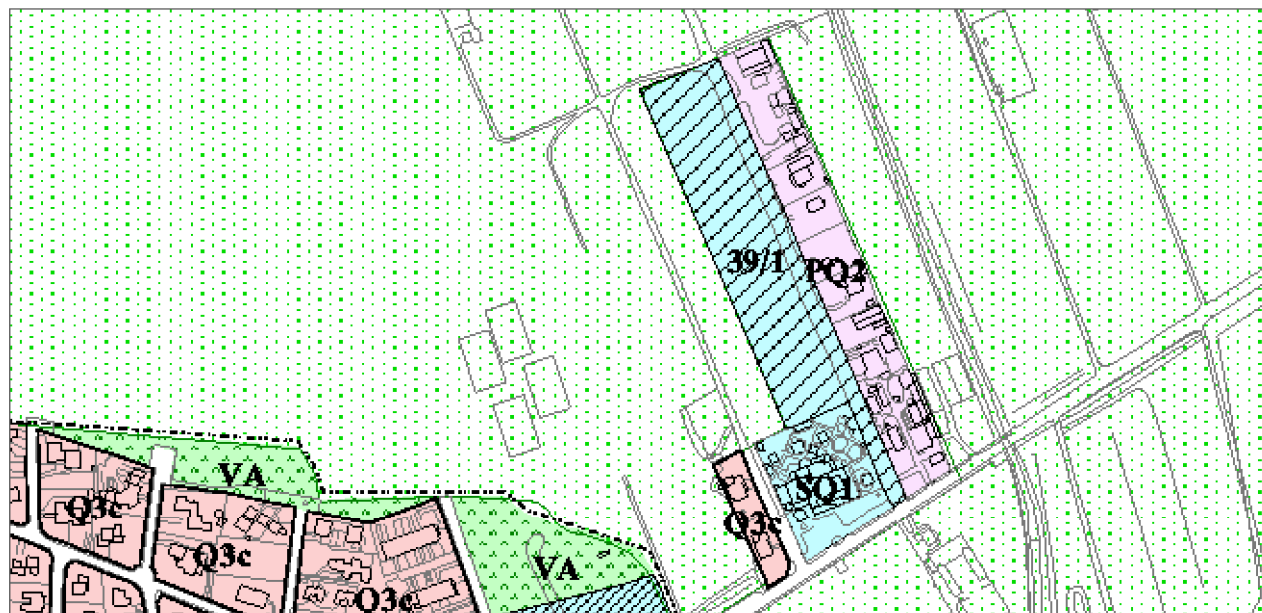


**PROPONENTE / COMMITTENTE:**  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
*Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa*

**Novembre**  
**2006**

**PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENIA)**  
**DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE**  
**VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENIA - PISA**  
**- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -**

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'**  
(D.M.LL.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)



**Il Tecnico : Dott. Geol. Luca Pignatelli**

*Dott. Geol. Luca Pignatelli*  
*Via Caduti del Lavoro. n° 9 - 56122 - Pisa - Tel. - Fax : 050 / 525458 - Email : luca.geo.pi@iol.it*  
*N° iscrizione Ordine dei Geologi della Toscana : 798 - C.F. : PGN LCU 63E06 G702F - P.I. 01328650500*

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

## **INDICE**

<i>PREMESSA</i>	<i>Pag.1</i>
<i>1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE-URBANISTICO</i>	<i>Pag.4</i>
<i>2 - BREVE DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISITI DAL PIANO ATTUATIVO</i>	<i>Pag.5</i>
<i>3 - CONDIZIONI GEOLOGICO-URBANISTICHE VIGENTI</i>	<i>Pag.6</i>
<i>3.1 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA DELL'AREA</i>	<i>Pag.6</i>
<i>3.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA</i>	<i>Pag.6</i>
<i>3.2.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA A LIVELLO DI PIANO DI BACINO DEL F.ARNO "P.A.I."</i>	<i>Pag.6</i>
<i>3.2.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA A LIVELLO DI PIANO DI INDIRIZZO TERRITORIALE "P.I.T."</i>	<i>Pag.7</i>
<i>3.2.3 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA A LIVELLO DI PIANO STRUTTURALE E REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE</i>	<i>Pag.7</i>
<i>3.3 - FATTIBILITA' GEOLOGICO-IDRAULICA VIGENTE PER LA PREVISIONE DI TRASFORMAZIONE</i>	<i>Pag.9</i>
<i>4 - LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DELL'AREA</i>	<i>Pag.10</i>
<i>5 - INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU</i>	<i>Pag.11</i>
<i>5.1 - PROVE PENETROMETRICHE STATICHE "CPT"</i>	<i>Pag.11</i>
<i>5.2 - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO LOCALE</i>	<i>Pag.13</i>
<i>6 - LINEAMENTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA</i>	<i>Pag.17</i>
<i>6.1 - RILIEVO DELLA FALDA E CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI TERRENI</i>	<i>Pag.17</i>
<i>6.2 - VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DELL'AREA</i>	<i>Pag.18</i>
<i>7 - VALUTAZIONE DELL'INTERFACCIA ACQUA DOLCE - ACQUA SALATA NEL SOTTOSUOLO LOCALE</i>	<i>Pag.19</i>
<i>7.1 - INDAGINE GEOELETTRICA IN SITU (PROFILI DI RESISTIVITA' 2D)</i>	<i>Pag.19</i>
<i>7.2 - ESITI DELL'INDAGINE GEOELETTRICA</i>	<i>Pag.20</i>
<i>7.3 - MISURE IN SITO DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA DELL'ACQUA DI FALDA</i>	<i>Pag.23</i>
<i>8 - CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO E RISCHIO SISMICO</i>	<i>Pag.24</i>
<i>9 - ORIENTAMENTI GEOTECNICI PRELIMINARI</i>	<i>Pag.26</i>
<i>9.1 - VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE E DELLA PRESSIONE AMMISSIBILE</i>	<i>Pag.26</i>
<i>9.2 - STIMA PRELIMINARE DELL'ENTITA' DEI CEDIMENTI</i>	<i>Pag.28</i>
<i>10 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</i>	<i>Pag.29</i>
<i>11 - DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI PERICOLOSITA' DELL'AREA E DELLA FATTIBILITA' DELLA TRASFORMAZIONE URBANISTICA PROPOSTA</i>	<i>Pag.32</i>

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

### **TAVOLE ALLEGATE :**

- TAVOLA N°1/G :**
- INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SCALA 1 : 10.000;
  - INQUADRAMENTO TERRITORIALE CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOELETTRICHE, SCALA 1 : 2.000;
  - ESTRATTO DI P.R.G.C. COMUNALE, SCALA 1 : 5.000;
  - ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE, SCALA 1 : 4.000;
- TAVOLA N°2/G :**
- PLANIMETRIA GENERALE STATO ATTUALE CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE (PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1, CPT2, CPT3) ED INDAGINI GEOELETTRICHE (STENDIMENTI St.1, St.2 - PROFILI DI RESISTIVITA'), SCALA 1 : 1.000;
  - PLANIMETRIA GENERALE STATO DI PROGETTO CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE (PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1, CPT2, CPT3) ED INDAGINI GEOELETTRICHE (STENDIMENTI St.1, St.2 - PROFILI DI RESISTIVITA'), SCALA 1 : 1.000;
- TAVOLA N°3/G :**
- RILIEVO PLANO-ALTIMETRICO, SCALA 1 : 500;
  - PROFILI ALTIMETRICI A-B, C-D, SCALA ORIZZONTALE 1 : 200;  
SCALA VERTICALE 1 : 50;
- TAVOLA N°4/G :**
- ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA LITOTECNICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DI BASE DELLA VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE, SCALA 1 : 25.000;
  - ESTRATTO CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DI SINTESI DELLA VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE, SCALA 1 : 25.000;
- TAVOLA N°5/G :**
- ESTRATTO CARTA DELLE AREE ALLAGABILI DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA DELLE PERIMETRAZIONI DELLE AREE CON PERICOLOSITA' IDRAULICA DEL P.A.I. DEL F.ARNO, SCALA 1 : 25.000 - LIVELLO DI SINTESI;
  - ESTRATTO CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E DELLA FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI DEL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE, SCALA 1 : 5.000;
- TAVOLA N° 6/G :**
- CLASSIFICAZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO DA PROVA PENETROMETRICA STATICA "CPT" (Diagramma di Schmertmann);
  - LOG LITOSTRATIGRAFICI DERIVATI DALL'INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1, CPT2, CPT3 E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA MEDIA DEI TERRENI INDAGATI;

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

TAVOLA N° 7/G : - SEZIONE LITOTECNICA INTERPRETATIVA A-A',  
SCALA VERTICALE 1 : 100, SCALA ORIZZONTALE 1 : 200,  
CORRELAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE TRA LE PROVE  
PENETROMETRICHE STATICHE CPT2-CPT3 E CPT1-CPT3 E  
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA MEDIA;

TAVOLA N° 8/G : - SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA (N°1) 1-1', SCALA 1 : 200;  
- SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°1 PROIETTATA IN TRASPARENZA  
SULLA SEZIONE GEOLITOLOGICA A-A', SCALA ORIZZONTALE 1 : 200;  
SCALA VERTICALE 1 : 100;

TAVOLA N° 9/G : - SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA (N°2) 2-2', SCALA 1 : 200;  
- SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°2 PROIETTATA IN TRASPARENZA  
SULLA SEZIONE GEOLITOLOGICA B-B', SCALA ORIZZONTALE 1 : 200;  
SCALA VERTICALE 1 : 100;

TAVOLA N° 10/G : - ALLEGATO FOTOGRAFICO;

### **APPENDICE :**

- RAPPORTO TECNICO SULLE INDAGINI GEOELETTRICHE;

- CERTIFICATI DELL PROVE PENETROMETRICHE STATICHE : ELABORATI E  
GRAFICI (SUI CERTIFICATI E' ERRONEAMENTE RIPORTATA LA DATA 26/06/2006, IN REALTA'  
LA DATA CORRETTA E' 26/10/2006) ;

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

## **PREMESSA**

La presente relazione riferisce dei risultati dell'indagine geologico-tecnica eseguita a supporto del Piano Attuativo di iniziativa privata previsto, dal Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa, per un'area posta in località Tirrenia (UTOE 39), lungo Via delle Giunchiglie, identificata e regolamentata dalla Scheda Norma N°39.1 delle Norme Tecniche di Attuazione del Regolamento Urbanistico Comunale.

La trasformazione si riferisce ad un comparto a destinazione artigianale e commerciale nel quale sono sostanzialmente previsti interventi di nuova edificazione, di realizzazione di parcheggi a servizio delle attività e di spazi a verde, nonché la risistemazione di Via delle Giunchiglie, che rappresenta la viabilità primaria di accesso a questa zona.

Il Piano, nella sua globalità, ha la finalità di creare, per la località di Tirrenia, un'area dotata di attività commerciali, per la media distribuzione, ed artigianali, di modesto impatto, che consenta anche il trasferimento di quegli insediamenti "impropriamente" ubicati nel tessuto edilizio, a carattere residenziale e turistico, della località stessa.

*In particolare, questa indagine è rivolta alla porzione settentrionale del comparto edificatorio, identificata catastalmente dalla particella n°350 del Foglio n°85 del Comune di Pisa, successivamente denominata sub-comparto, di proprietà dell'Impresa Costruzioni Baldereschi R. S.a.s. che attualmente è l'unico soggetto interessato a portare avanti la proposta di Piano Attuativo.*

In riferimento alla previsione urbanistica, lo scopo di questo studio è di definire la "fattibilità geologica" dell'intervento, ossia di verificarne il grado di compatibilità con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche e geotecniche dell'area, con particolare riferimento alle nuove volumetrie edilizie che, in termini fisici e d'ingombro, rappresentano gli elementi di maggiore incidenza sul terreno.

L'indagine è stata quindi mirata alla ricostruzione del modello geologico-geotecnico del sottosuolo locale oltre che ad evidenziare i singoli aspetti e le eventuali problematiche di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica ed idraulica che contraddistinguono il comparto stesso.

La caratterizzazione geologico-geotecnica dei terreni, derivata da apposite indagini geognostiche eseguite in situ, come prescritte dalla "Classe 3a di Pericolosità Geologica", attribuita al comparto dal Piano Strutturale Comunale, ha inoltre consentito di eseguire delle valutazioni preliminari, sia della capacità portante del terreno di fondazione, e quindi della pressione ammissibile, che dei cedimenti indotti dai carichi di esercizio dei futuri fabbricati.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEMA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

A tal riguardo, precisiamo che in questa fase progettuale, intesa come *preliminare e di previsione*, le valutazioni di carattere geotecnico sono da considerarsi come *indicazioni di massima e non definitive a livello di progetto esecutivo*, in quanto lo scopo della relazione è, al momento, quello di fornire un quadro geologico-geotecnico indicativo, basato su ipotesi di fondazioni e di carichi di esercizio da noi proposte, che dovranno necessariamente essere confermate e verificate in fase di progettazione esecutiva.

I risultati di quest'indagine potranno però già indirizzare il progettista delle strutture ad operare le scelte tecniche-progettuali e le soluzioni fondazionali più consone all'assetto geologico-geotecnico scaturito dall'indagine stessa.

Da un punto di vista delle condizioni di Pericolosità idraulica, secondo quanto riportato nella Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale, trattandosi di un'area con morfologia depressa possono sussistere problemi dovuti a possibili e/o potenziali ristagni ed insufficienti smaltimenti delle acque meteoriche, ed inoltre per il fatto che i nuovi edifici saranno dotati di locali seminterrati, alla trasformazione è stata assegnata la "Classe 3 di Fattibilità", ossia Fattibilità Condizionata (Regolamento Urbanistico Comunale ed art.1.0.1.2 delle N.T.di A. del Regolamento Urbanistico Comunale : Particolari prescrizioni per le opere al di sotto del piano di campagna).

Per tale motivo, parallelamente a quest'indagine è stato redatto, dall'Ing. Silvia Lucia, uno Studio Idrologico-Idraulico finalizzato ad evidenziare le problematiche legate alla Pericolosità Idraulica dell'area ed alla consistenza della rete di scolo/fognaria delle acque meteoriche, e contestualmente a proporre le soluzioni tecnico-progettuali e tecnologiche per la mitigazione del rischio, nonché per la messa in sicurezza idraulica delle opere previste dalla trasformazione stessa.

Tale studio, insieme alla presente relazione, costituisce parte integrante degli elaborati di progetto a supporto del presente Piano Attuativo, e ad esso si rimanda per la presa di conoscenza degli esiti e delle soluzioni progettuali previste.

In ottemperanza alla recente Variante Parziale al Regolamento Urbanistico Comunale, riguardante anche l'UTOE 39 di Tirrenia, in riferimento alla realizzazione di piani seminterrati in zone con presenza di falda freatica prossima alla superficie, è stata altresì condotta un'indagine geoelettrica in sito finalizzata alla ricostruzione della profondità e della forma dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata, in modo da poter valutare le conseguenze che gli interventi previsti possano arrecare al sistema acquifero locale, soprattutto nel caso di utilizzazione di tecniche di abbassamento e drenaggio temporaneo della falda (dewatering), per esempio tramite un impianto di well points, che potrebbero produrre negli acquiferi costieri l'insalinamento della falda stessa per effetto dell'ingressione del cuneo salino.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEMA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Ai sensi della legge nazionale sismica (L. 64/'74) il Comune di Pisa è classificato sismico in Classe Media (ex seconda categoria), con grado di sismicità  $S = 9$ , mentre in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3'274, del 20/03/2'003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche", lo Stesso viene classificato sismico in "Zona 2" contraddistinta dal valore di accelerazione pari a 0,25 Ag/g

A livello regionale invece (Del.C.R.T. n° 94/'85, art. 2) il Comune di Pisa è inserito nella "Classe sismica 3", con parametro di accelerazione convenzionale massima inferiore a 0,20 gals, **ovvero in zone in cui possono verificarsi fenomeni di amplificazione dei cedimenti e dei cedimenti differenziali indotti dalla sollecitazione sismica** (Tabella 1, Del.C.R.T. n°94/'85 - Differenziazione delle indagini nei comuni classificati sismici).

La relazione è stata redatta in conformità al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico Comunale ed in ottemperanza alle normative, nazionali e regionali, vigenti in materia di pianificazione territoriale geologico-urbanistica.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

## **1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE-URBANISTICO**

**(Scheda Norma 39.1 – Regolamento Urbanistico Comunale - Tavole Allegate n°1/G, 2/G e 3/G)**

Il comparto in oggetto è inserito all'interno di un'area pianeggiante scarsamente edificata, ubicata al margine nordorientale della località di Tirrenia (UTOE 39 di P.R.G.C.), in posizione isolata rispetto all'abitato della frazione stessa, all'incirca davanti agli ex stabilimenti cinematografici Cosmopolitan, e distante poco più di 1,30 km dalla centrale Piazza Belvedere (tavola n°1/G).

All'area si accede dalla via Pisorno, attraverso due strade private e non urbanizzate : via delle Giunchiglie ad est e via Ligustri ad ovest, delle quali la prima rappresenta l'accesso principale.

L'intero comparto è delimitato a nord ed ovest dal Parco Naturale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli, in cui ricade anche via Ligustri, ad est da Via delle Giunchiglie, mentre a Sud confina con la discoteca Pachamama e via Pisorno.

All'interno della zona, soprattutto lungo il lato est di via delle Giunchiglie, sono presenti alcuni manufatti prevalentemente adibiti ad attività artigianali, mentre l'edificio di maggiori dimensioni, prospiciente via Pisorno, è rappresentato dalla suddetta discoteca.

Il comparto, pur essendo limitrofo e contornato dal Parco Naturale, è sostanzialmente privo di alberature e di caratteristiche ambientali di significativo rilievo; per cui è già stato da tempo indicato come area di trasformazione per la realizzazione di alcuni servizi ed attività di tipo artigianale.

In tal senso infatti, quest'area, classificata dallo Strumento Urbanistico vigente come Zona Omogenea F (D.M.1°444/'68), rientra tra gli ambiti d'intervento per i quali è prevista la *trasformazione urbana tramite Piano Attuativo*, secondo quanto previsto dalla Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale, la cui destinazioni d'uso prevalente è : *servizi urbani di nuovo impianto a carattere artigianale e commerciale* (tavola n°1/G).

L'intero appezzamento di terreno soggetto a Piano Attuativo si estende per una superficie di 14°240,00 mq, di cui circa 11°400,00 mq sono destinati alla realizzazione dei nuovi edifici per le attività previste, mentre la restante parte sarà utilizzata per la creazione di parcheggi e spazi a verde.

La parte destinata agli interventi edilizi presenta in pianta una sagoma sub-rettangolare, allungata in direzione Nordovest-Sudest, con lati maggiori di lunghezza circa 242,00 m e larghezza prossima ai 47,00 m, ed è individuata catastalmente dalle particelle n°349 e n°350 del Foglio n°85 del Comune di Pisa (tavole n°1/G e 2/G).



<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Nel dettaglio, come menzionato in premessa, la particella n°350, oggetto della presente indagine, ha una superficie complessiva di 6'698,00 mq (da rilievo strumentale, di cui un estratto è riportato in tavola n°3/G), al lordo della fascia di terreno ricadente all'interno del Parco Naturale, posta ad ovest del comparto, mentre al netto di essa risulta di circa 4'500,00 mq (tavola n°3/G).

Attualmente quest'area viene utilizzata dalla Proprietà come deposito di materiale ed attrezzature per l'edilizia.

## **2 - BREVE DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO ATTUATIVO**

**(Scheda Norma 39.1 – Regolamento Urbanistico Comunale - Tavole Allegate n°1/G, 2/G e 3/G)**

Il Piano Attuativo prevede in sintesi la costruzione di edifici a destinazione artigianale e commerciale, la realizzazione di parcheggi, tra cui quello compreso tra la discoteca ed il nuovo supermercato, a servizio di entrambe le attività, nonché la creazione di spazi a verde e la risistemazione stradale di via delle Giunchiglie.

*In particolare, all'interno del sub-comparto in questione è prevista la costruzione di alcuni manufatti per una superficie coperta massima di 1'705,00 mq ed un volume massimo di 5'970,00 mc.*

I fabbricati avranno un'altezza massima in gronda di 7,50 m, con al massimo due piani fuori terra, e saranno dotati di locale seminterrato destinato esclusivamente a garage.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto redatti dallo Studio di Architettura Ghionzoli & Partners – Calambrone (PI).

Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità	PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85	Luca Pignatelli - Geologo
Novembre 2006		Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.

### 3 - CONDIZIONI GEOLOGICO - URBANISTICHE VIGENTI

#### 3.1 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA DELL'AREA

(Piano Strutturale Comunale - Del.C.R.T. n°94/'85 - Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale - Tavola Allegata n°5/G)

Dalla Carta della Pericolosità Geologica del Piano Strutturale Comunale, che costituisce la carta di sintesi delle problematiche di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica e geotecnica caratterizzanti l'intero territorio comunale, risulta che il comparto ricade all'interno di un'area contraddistinta dalla "**Sottoclasse 3a di Pericolosità Geologica**", equivalente ad una **Pericolosità Medio-Bassa** (tavola n°5/G).

**Questa sottoclasse comprende le zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità maggiori di 2,00 m dal p.c.**, e per essa lo Strumento Urbanistico Comunale prescrive l'esecuzione di indagini geognostiche di supporto alla progettazione edilizia, mirate a chiarire i dubbi di natura geologica-geotecnica evidenziati a livello di pianificazione territoriale.

A tal riguardo, gli esiti delle indagini geognostiche eseguite in sito hanno confermato la definizione del grado di pericolosità assegnato dal Piano Strutturale a quest'area, evidenziando che **le argille compressibili sono presenti oltre la profondità di circa -12,00 m dal p.c.**

#### 3.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA

(Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale - Del.C.R.T. n°12/'00 "Approvazione del P.I.T." - Piano di Bacino del F.Arno Stralcio Assetto Idrogeologico "P.A.I." - Tavola Allegata n°5/G)

##### 3.2.1 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA A LIVELLO DI PIANO DI BACINO DEL F.ARNO "P.A.I."

(Piano di Bacino del F.Arno Stralcio Assetto Idrogeologico "P.A.I.")

La Pericolosità Idraulica dell'area, per episodi di alluvionamento e/o allagamento da parte dell'Arno, è stata individuata tramite la cartografia ufficiale di riferimento del P.A.I del F.Arno (Piano Assetto Idrogeologico), di cui un estratto è riportato in tavola n°5/G.

Da questa si evince che l'intero comparto è ubicato all'interno di una zona classificata con **Pericolosità Idraulica Moderata (P.I.1)**, definita dall'involuppo delle alluvioni storiche sulla base di criteri geologici e morfologici (tavola n°5).

*In queste zone sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio (art.8 delle Norme di Attuazione del P.A.I. del F.Arno).*

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

### **3.2.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA A LIVELLO DI PIANO DI INDIRIZZO TERRITORIALE "P.I.T" (Del.C.R.T. n°12/'00 "Approvazione del P.I.T.")**

In riferimento agli articoli 75, 76 e 77 della Del.C.R.T. n°12 del 25/01/2000 (Approvazione del P.I.T), relativamente ai vincoli e prescrizioni da ottemperare per gli Ambiti A1, A2 e B del fiume Arno, che, nello specifico, rappresenta l'unico corso d'acqua di interesse (classificato e citato negli allegati della delibera stessa), facciamo notare che la sua sponda sinistra si trova ad una sufficiente e notevole distanza di sicurezza, superiore ai 4,00 km, e di conseguenza non sono da applicarsi le salvaguardie e le prescrizioni previste dai suddetti articoli.

In realtà, con l'entrata in vigore del P.A.I. del F.Arno, tali salvaguardie, seppur solo per l'Arno, sono a tutti gli effetti decadute, essendo il P.A.I lo strumento sovraordinante che norma la Pericolosità Idraulica del fiume stesso.

Si dovrà continuare a fare riferimento al P.I.T., anche per l'Arno, fin quando gli Strumenti Urbanistici Comunali non si saranno adeguati al P.A.I.

In materia di mitigazione del rischio idraulico, la realizzazione dei futuri edifici garantirà il mantenimento di una superficie permeabile superiore al 30% della superficie fondiaria di pertinenza dei nuovi manufatti, rispettando quindi il minimo del 25% imposto dall'art.78, punto a) del P.I.T.

### **3.2.3 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA A LIVELLO DI PIANO STRUTTURALE E REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE (Piano Strutturale Comunale e Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale)**

Per quanto riguarda la Pericolosità Idraulica a livello di Piano Strutturale, il comparto risulta esterno alle aree allagabili (vedi estratto cartografico in tavola n°5/G) ed anche la Carta della Pericolosità Geologica, precedentemente citata, non evidenzia situazioni di rischio idraulico.

La Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale, al punto 9, evidenzia invece che esso presenta una certa fragilità idraulica, dovuta alla sua morfologia depressa, e che pertanto possono sussistere problemi legati a possibili ristagni e ad insufficienti smaltimenti delle acque meteoriche.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

In relazione a ciò, facciamo notare che in corrispondenza della campagna d'indagini geognostiche (24/10/2006), eseguita immediatamente a ridosso di alcuni giorni particolarmente piovosi, non sono state rilevate situazioni di allagamento e soprattutto di ristagno d'acqua, salvo che in alcune modeste zone ricadenti, tra l'altro, nella fascia di pertinenza del Parco Naturale, compresa tra via Ligustri ed il limite occidentale del comparto, caratterizzata da quote assolute di poco inferiori al livello medio marino.

Inoltre, la presenza dal piano di campagna fino a circa -12,00 m di litotipi sabbiosi, caratterizzati da una media e medio-bassa permeabilità, garantisce, in tempi più o meno rapidi ed in modo del tutto naturale, l'infiltrazione ed il drenaggio delle acque meteoriche e superficiali, escludendo quindi il formarsi, all'interno del sub-comparto, di zone di ristagno persistente.

L'eventuale possibilità che si verificano allagamenti per esondazione dei corsi d'acqua minori, può essere unicamente imputabile alla presenza, nelle vicinanze, del fosso Lamone che rappresenta il principale canale di bonifica a scolo meccanico della Bonifica di Tombolo, in cui è inserita l'area.

Tale fosso, la cui sponda occidentale dista poco più di 300,00 m dal limite orientale del comparto, confluisce nell'Arno, attraverso l'impianto idrovoro di Marina di Pisa (Lamone Nord), e nel Canale Scolmatore, tramite l'idrovora del Calambrone (Lamone Sud).

In questo contesto, in concomitanza di periodi piovosi particolarmente intensi e prolungati, e quindi di potenziale piena, il fosso Lamone potrebbe esondare qualora gli impianti idrovori difettassero nel funzionamento; ed esistendo una omogeneità altimetrica nella fascia di terreno compresa tra il limite occidentale del comparto ed il ciglio di sponda sinistro del fosso stesso, l'acqua tracimata potrebbe raggiungere il sito in oggetto.

Per i dettagli su questo aspetto, sulle problematiche derivanti e sulle soluzioni tecnico-progettuali, si rimanda allo Studio Idraulico, precedentemente menzionato, redatto, dall'Ing. Silvia Lucia, a supporto del presente Piano Attuativo.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEMA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

### **3.3 - FATTIBILITA' GEOLOGICO-IDRAULICA VIGENTE PER LA PREVISIONE DI TRASFORMAZIONE URBANISTICA**

**(Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale - Regolamento Urbanistico Comunale - Del.C.R.T. n°94'85 - Tavola Allegata n°5/G)**

Date le condizioni di fragilità idraulica che caratterizzano il comparto in questione, e quindi anche il sub-comparto oggetto dell'indagine (particella n°350 del Foglio n°85 del Comune di Pisa), e per il fatto che gli edifici in esso previsti saranno dotati di piano seminterrato, il Regolamento Urbanistico Comunale, tramite la Scheda Norma 39.1, attribuisce agli interventi edilizi di progetto la **Classe 3 di Fattibilità**, corrispondente ad una **Fattibilità Condizionata** e quindi ad un grado di **Rischio Medio-Alto**.

L'attribuzione di questa classe, come sopra detto, è imputabile esclusivamente ai problemi di natura idraulica evidenziati a livello di Piano Strutturale, in quanto da un punto di vista geologico-geotecnico gli esiti delle indagini geognostiche escludono problemi di portanza del terreno e di cedimenti di significativa entità, e quindi anche la realizzazione di opere fondazionali di un certo impegno o l'utilizzazione di tecniche di bonifica e/o miglioramento del terreno. Infatti, il sottosuolo dell'area risulta costituito, fino alla profondità di circa -12,00 m dal p.c., da litotipi sabbiosi, generalmente di medio-buona consistenza e scarsamente compressibili, come meglio specificato in seguito al paragrafo 5.2.

*La Classe 3 di Fattibilità, per problemi idraulici, comporta che dovrà essere predisposta un'indagine di dettaglio a livello di area complessiva volta a verificare la consistenza della rete di scolo e prevedere gli eventuali adeguamenti.*

Inoltre per le opere al di sotto del piano di campagna (art.1.0.1.2 delle N.T. di A. del Regolamento Urbanistico Comunale - *Particolari disposizioni relative alle opere sotto il piano di campagna*) dovranno essere effettuati :

- a) uno studio idrogeologico della falda freatica, finalizzato alla ricostruzione delle sue caratteristiche, della geometria e delle escursioni stagionali;*
- b) uno studio idrologico-idraulico riferito al bacino/sottobacino sotteso alla previsione di trasformazione ed alla porzione di rete idraulica corrispondente, e comprendente l'analisi e la consistenza della rete fognaria (per l'area urbana) ovvero del comparto di bonifica (per la cintura sub-urbana). Per la definizione dell'area di studio dovrà essere consultata la carta del reticolo idraulico superficiale del Piano Strutturale del Comune di Pisa.*

*Il progetto della trasformazione dovrà tenere conto dei risultati degli studi sopra citati e la trasformazione potrà essere effettuata soltanto a seguito dell'esecuzione degli eventuali interventi che si rendessero necessari, previsti dai medesimi studi.*

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEMA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Per quanto richiesto al punto b) del suddetto articolo e per la verifica della probabilità esondativa del fosso Lamone, si rimanda al già citato Studio Idrologico-idraulico e sulla Pericolosità Idraulica dell'area, redatto dall'ing. Silvia Lucia a supporto del presente Piano Attuativo, dove sono previsti anche gli accorgimenti tecnico-progettuali per la messa in sicurezza degli edifici e del lotto stesso

La caratterizzazione geologico-geotecnica del sottosuolo locale e le caratteristiche della falda freatica sono invece argomenti trattati in questa relazione.

#### **4 - LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DELL'AREA** (Piano Strutturale Comunale – Scheda Norma 39.1 - Tavole Allegate n°3/G e 4/G)

L'area in esame presenta una morfologia pianeggiante, leggermente depressa, con quote prossime al livello medio marino.

In particolare, all'interno del sub-comparto in oggetto (particella n°350), nella parte destinata agli interventi di nuova edificazione, le quote altimetriche sono comprese tra circa +0,035 e +0,37 m s.l.m.m., mentre nella porzione di terreno ricadente all'interno del Parco Naturale, prospiciente Via Ligustri, queste variano tra un massimo di +0,231 ed un minimo assoluto di -0,155 m s.l.m.m (tavola n°3/G - rilievo planoaltimetrico).

Il settore realmente e maggiormente caratterizzato da una morfologia depressa si individua all'interno del quadrante nordoccidentale di questa porzione, dove le quote sono quasi sempre inferiori al livello medio marino, oscillando tra -0,029 e -0,155 m s.l.m.m (tavola n°3/G).

L'appezzamento di terreno ricade all'interno del comparto a scolo meccanico della Bonifica di Tombolo che si estende a monte della attuale linea di costa, il cui canale ricettore principale è il Fosso Lamone, posto ad est dell'area, ad una distanza di circa 40,00 m (sponda sinistra).

Da un punto di vista geologico-geomorfologico l'area si inquadra nella fascia di territorio compresa nel sistema dei cordoni dunari e dei lidi litoranei, che rappresentano gli elementi geomorfologici principali, costituiti da depositi sabbiosi risalenti all'Olocene (tavola n°4/G - estratto Carta Geologica del Piano Strutturale Comunale).

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEMA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Secondo ricostruzioni recenti, l'area si troverebbe ad insistere lungo la linea di costa esistente a cavallo tra il XVI ed XVII secolo, e potrebbe corrispondere ad una "lama" depressa delimitata lateralmente da dune rilevate (Schema Norma 39.1 del R.U.C.)

Gli studi di massima condotti a livello di Piano Strutturale Comunale descrivono questi sedimenti come *sabbie fini spesso limose*, talvolta con intercalazioni limose e argillose/torbose, caratterizzate da valori dell'angolo di attrito interno " $\phi$ " compresi generalmente tra 25° e 33°, e con coesione nulla. La densità relativa "Dr" varia tra 10 e 50% mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica "mv" tra circa 0,013 e 0,040 cmq/kg nelle frazioni più argillose/torbose (tavola n°4/G - estratto Carta Litotecnica del Piano Strutturale Comunale).

Le prove penetrometriche statiche eseguite a supporto della presente indagine hanno evidenziato la presenza continua di questi sedimenti, a partire dalla superficie fino alla profondità di circa -12,00 m dal p.c., seppur con differenze, talora minime, delle caratteristiche geotecniche.

A seguito di sopralluogo esteso alle aree circostanti, non sono stati rilevati evidenti segni di erosione superficiale, di instabilità geomorfologica e di difficoltoso drenaggio delle acque superficiali.

## **5 - INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU**

### **5.1 - PROVE PENETROMETRICHE STATICHE "CPT"**

**(Tavole Allegate n° 2/G, 6/G e 7/G - Appendice : Certificati delle prove penetrometriche)**

Per la ricostruzione del modello litostratigrafico-geotecnico del sottosuolo locale sono state eseguite, in data 24/10/2006, tre prove penetrometriche statiche tipo "CPT" (Cone Penetration Test), ubicate in corrispondenza dei tre fabbricati previsti nel sub-comparto identificato dalla particella n°350, lungo la direttrice NE-SO (tavola n°2/G).

Le tre prove, che in successione temporanea di esecuzione sono state denominate : CPT1, CPT2 e CPT3, hanno consentito di indagare un volume di terreno compreso tra il piano di campagna e la profondità massima di -30,00 m dal p.c..

Lo strumento utilizzato è un penetrometro statico-dinamico PAGANI da 200 KN (20 tonn) di spinta, a norma AGI, dotato di punta conica tipo Begemann e centralina elettronica di rilevamento dati.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

La prova consiste nel misurare, per tratti successivi di infissione nel terreno di 20,00 cm di asta, le seguenti grandezze fisico-meccaniche:

- Resistenza alla punta (kg/cmq)                    "Rp";
- Resistenza laterale (kg/cmq)                    "RI";
- Resistenza totale (kgf)                            "Rt".

Le aste, lunghe 1,00 m e graduate ogni 20,00 cm, sono dotate di un pistone cilindrico interno che agendo sulla punta "Begemann", montata sulla prima asta, ed attrezzata di manicotto per la misura dell'attrito laterale, ne consente la penetrazione nel terreno.

Dai valori di "Rp", "RI" e "Rt" che esprimono le caratteristiche di resistenza meccanica del terreno, e da quelli del Rapporto Begemann (rapporto di frizione RI/Rp x 100), è possibile identificare il litotipo attraversato, secondo il diagramma di Schmertmann da noi utilizzato, e quindi ricostruire la successione litostratigrafica del sottosuolo indagato.

L'elaborazione di queste grandezze consente inoltre di stimare i parametri geotecnici delle varie litologie (coesione non drenata "Cu", angolo di attrito interno " $\phi$ ", peso di volume " $\gamma$ " e coefficiente di compressibilità volumetrica "mv").

In appendice sono allegati i certificati delle tre prove penetrometriche statiche (elaborati e grafici), mentre in tavola n°6/G è visibile il diagramma classificativo di Schmertmann per il riconoscimento dei terreni indagati e la caratterizzazione geotecnica media delle litologie, derivata dall'interpretazione delle prove stesse.

Inoltre, nella tavola n°7/G è stata ricostruita la sezione litotecnica interpretative A-A', tramite le correlazioni litostratigrafiche tra le tre prove, rappresentative del contesto geolitologico e geotecnico del sottosuolo locale.



<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

## **5.2 - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO LOCALE** (Tavole Allegate n° 6/G e 7/G)

L'interpretazione delle prove penetrometriche ha evidenziato un assetto litostratigrafico del sottosuolo dominato, fino alla profondità di circa -12,00 m dal p.c., da litologie di natura incoerente costituite da *sabbie ± limose e sabbie*, da debolmente a mediamente addensate, con livelli a tratti maggiormente addensati.

Tra circa -12,00 m e circa -14,00/-15,00 m è invece presente un livello di *argille plastiche organiche-torbose (e/o terreni misti)* di scadenti qualità geotecniche, oltre il quale, fino a -16,80 m si individua nuovamente un livello di sabbie con intercalato, tra -15,40 e -15,80 m, un orizzonte di argille compatte.

La successione stratigrafica è poi chiusa da un potente pacco di argille mediamente consistenti, spesso complessivamente 13,20 m, che tra -16,80 e -26,40/-26,80 hanno le caratteristiche di una *argilla debolmente limosa*, mentre da qui fino a -30,00 m di un *argilla limosa ± sabbiosa*.

Per la loro diversa posizione nel diagramma classificativo di Schmertmann e nella successione litostratigrafica e per le differenti caratteristiche geotecniche, seppur talora minime, le litologie sabbiose e quelle argillose, intercettate lungo le verticali delle tre prove penetrometriche, sono state distinte in vari livelli graficamente rappresentati e descritti nella tavola n°6.

In particolare, per le sabbie sono stati individuati sette livelli denominati, dall'alto verso il basso, con le lettere : **A, A2, B, C, B1, A1** ed **F**, mentre per le argille i livelli individuati sono quattro : **D, E, G e G1**.

La porzione più superficiale del sottosuolo indagato è costituita da un orizzonte di suolo vegetale e di terreno di riporto grossolano in matrice prevalentemente sabbioso-limosa, mediamente spesso 0,60-0,80 m.

I livelli sabbiosi, sopra citati, sono in genere dotati di caratteristiche geotecniche medio-buone, di un discreto grado di addensamento e risultano scarsamente compressibili; tra questi, quello che presenta in assoluto il maggior grado di addensamento ed anche la migliore risposta alla punta del penetrometro statico "Rp" è il modesto livello **A2** (probabilmente si tratta di sabbie miste a riporto) intercettato solamente lungo verticale per CPT2 tra -0,60 e -1,20 m dal p.c, dove la "Rp" media risulta di circa 159,00 kg/cmq, la densità relativa "Dr" di circa 85-90% ed il coefficiente di compressibilità volumetrica "mv" di 2,10 cmq/t (bassissima cedevolezza, praticamente quasi incomprimibile).

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Negli altri litotipi incoerenti la "Rp" varia in media tra un minimo di 37,00 kg/cmq (livello **B**) ed un massimo di circa 69,00 kg/cmq (livello **A**), denotando stati di consistenza da debolmente a mediamente addensati ( $40-45 \leq Dr \leq 55-60$ ), ed in generale una scarsa e bassa propensione al cedimento, evidenziata dai valori medi del coefficiente "mv" variabili tra 4,50 e 9,60 cmq/t.

Il livello sabbioso **F**, tra le litologie di natura granulare, ma solamente nel tratto intercettato lungo la verticale per CPT1, è quello dove sono stati riscontrati i valori relativamente minori della resistenza penetrometrica di punta, pari a 29,50 kg/cmq, ad indicare un debole stato di addensamento ( $Dr = 25-30\%$ ) ed una medio-bassa compressibilità ( $mv = 12,00$  cmq/t).

Per quanto riguarda le litologie coesive, i livelli **E** (*argille*), **G** (*argille debolmente limose*), e **G1** (*argille limose ± sabbiose*), posizionati nella successione stratigrafica a profondità crescente, sono caratterizzati rispettivamente da valori medi di "Rp" pari a 15,50-17,70 kg/cmq (**liv. E**), 12,50-13,60 kg/cmq (**liv. G**) e 15,70 kg/cmq (**liv. G1**), a denotare stati di consistenza variabili da mediamente compatti a compatti, ed una media e medio-bassa propensione al cedimento ( $19,50 \leq mv \leq 23,40$  cmq/t).

Il livello coesivo **D**, più superficiale rispetto ai tre precedenti, per la sua natura litologica (*argille organiche/torbose*) è invece caratterizzato da scadenti qualità geotecniche, con valori di "Rp" compresi tra 7,90 e 8,50 kg/cmq e di "mv" tra 31,00 e 35,00 cmq/t, ad indicare uno stato di consistenza plastico ed una discreta compressibilità.

Nei livelli sabbiosi **B**, **C**, **B1** ed **F** è frequente la presenza di livelletti argillosi organici/torbosi, mentre all'interno dei litotipi coesivi **E** e **G** sono a tratti presenti intercalazioni limo-sabbiose.

Premesso quanto sopra, lo schema litostratigrafico del sottosuolo locale, può essere riassunto come nella tabella seguente, dove i valori dei parametri geotecnici (Rp, Cu,  $\gamma$ ,  $\phi$ , Dr, mv) scritti in blu si riferiscono a quelli derivati dalla prova penetrometrica statica CPT1, in arancione dalla CPT2 ed in verde dalla CPT3.

Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità	PIANO ATTUATIVO SCHEMA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85	Luca Pignatelli - Geologo
		Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.
Novembre 2006		

LITOSTRATIGRAFIA MEDIA (m dal piano di campagna)	Rp (kg/cmq)	Cu (kg/cmq)	$\gamma$ (kg/dmc)	$\phi$ (°)	Dr (%)	mv (cmq/t)
<b>LIVELLO A</b> : da -0,60/-1,20 a -1,80/-2,20 Sabbie mediamente addensate, a tratti limose;	68,80 47,50 68,60	0,00 0,00 0,00	1,95 1,95 1,85	35-38 35-38 33-35	55-60 55-60 45-50	5,00 5,00 7,10
<b>LIVELLO A2 (solo lungo CPT2)</b> da -0,60 a -1,20 Sabbie molto addensate (probabilmente miste a riporto)	158,90	0,00	2,10	40-45	85-90	2,10
<b>LIVELLO B</b> : da -1,80/-2,20 a -4,60/-6,00 Sabbie $\pm$ limose, da debolmente a mediamente addensate, a tratti con livelletti organici/torbosi;	37,00 37,10 39,50	0,00 0,00 0,00	1,80 1,80 1,80	32-35 32-35 32-35	40-45 40-45 40-45	9,60 8,50 9,20
<b>LIVELLO C</b> : da -4,60/-6,00 a -6,40/-6,60 Sabbie mediamente addensate, a tratti piú addensate, $\pm$ limose, con livelletti organici/torbosi;	55,60 62,60 68,90	0,00 0,00 0,00	1,85-1,90 1,90 1,95-2,00	35-37 35-38 36-38	50-55 55-60 55-60	6,20 5,40 5,10
<b>LIVELLO B1</b> : da -6,40/-6,60 a -11,60/-11,80 Sabbie da debolmente a mediamente addensate, a tratti limose, con livelletti argillo-limosi ed organici/torbosi;	39,40 40,00 40,60	0,00 0,00 0,00	0,00 0,00 0,00	32-35 32-35 32-35	40-45 40-45 40-45	8,80 8,70 9,60
<b>LIVELLO D</b> da -11,60/-11,80 a -14,00/-15,00 Argille organiche trobose, plastiche;	7,90 8,30 8,50	0,25 0,25-0,28 0,30	1,55-1,60 1,60 1,65-1,70	0 0 0	----- ----- -----	35,00 31,50 31,00
<b>LIVELLO A1</b> da -14,00/-15,00 a -15,40/-15,60 Sabbie mediamente addensate, a tratti piú addensate, $\pm$ limose;	78,80 68,40 50,20	0,00 0,00 0,00	2,00 1,95 1,85	35-38 35-38 34-36	55-60 55-60 45-50	4,50 4,90 7,00
<b>LIVELLO E</b> : da -15,40/-15,60 a -16,00 Argille compatte con livelli organici/torbosi (terreni misti?);	15,50 17,70 16,20	0,55-0,60 0,65 0,60	1,85-1,90 1,70-1,80 1,85	0 0 0	----- ----- -----	20,00 21,00 23,10
<b>LIVELLO F</b> : da -16,00 a -16,80 Sabbie da debolmente a mediamente addensate, a tratti limose, con livelletti argillosi;	29,50 43,50 52,20	0,00 0,00 0,00	1,75 1,90-1,95 1,85-1,90	28-30 32-35 34-36	25-30 40-45 50-55	12,00 8,70 6,50
<b>LIVELLO G</b> : da -16,80 a -26,40/-26,80 Argille mediamente compatte, debolmente limose, con livelletti limo-sabbiosi ed organici trobosi;	12,50 13,00 13,60	0,45 0,45 0,45	1,85-1,90 1,90 1,90	0 0 0	----- ----- -----	23,00 22,30 23,40
<b>LIVELLO G1</b> : da -26,40/-26,80 a -30,00 Argille $\pm$ limose, a tratti sabbiose, da mediamente compatte a compatte;	15,70 15,70 15,70	0,55 0,50-0,55 0,55	1,90 1,90 1,90	0 0 0	----- ----- -----	19,60 19,50 19,60

**Rp** : Resistenza alla punta media del penetrometro statico; **Cu** : coesione non drenata media;  $\gamma$  = peso di volume medio;  $\phi$  = angolo di attrito interno medio; **mv** = coefficiente di compressibilità volumetrica medio.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Il modello geologico-geotecnico sopra descritto, per la cui visione si rimanda alla tavola n°7/G, è stato ricostruito accorpando i vari livelli centimetrici (20,00 cm), come secondo la procedura della prova CPT, litologicamente correlabili tra loro e con valori simili e confrontabili dei parametri geotecnici (resistenza alla punta del penetrometro statico "Rp", rapporto Begemann "Rl/Rp x 100", coesione non drenata "Cu", angolo di attrito interno "ø", peso di volume "γ" e coefficiente di compressibilità volumetrica "mv"). Di conseguenza la caratterizzazione geotecnica ottenuta per le varie litologie è da intendersi come una parametrizzazione media.

Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità	PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85	Luca Pignatelli - Geologo
Novembre 2006		Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.

## 6 - LINEAMENTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA

### 6.1 - RILIEVO DELLA FALDA E CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI TERRENI

(Tavole Allegate n°2/G, 4/G e 7/G)

La ricostruzione dell'andamento della superficie freatica nel sottosuolo locale è stata effettuata tramite misure dirette del livello di falda, eseguite in sito nelle due canne piezometriche installate nei perfori delle prove penetrometriche CPT1 (Piez.1) e CPT3 (Piez.2) nel perforo della CPT2, rimasto aperto fino a circa -7,00 m dal p.c.. ed anche all'interno di due saggi (S1, S2), eseguiti con l'ausilio di un miniescavatore, ubicati rispettivamente in prossimità della CPT1 (Piez.1) e tra la CPT2 e la CPT3 (Piez.2).

La tabella successiva riassume i livelli di falda rilevati nei rispettivi punti di misura.

PUNTI DI MISURA	PROFONDITA' (m dal p.c.)	LIVELLO DI FALDA (m dal p.c.)	PERIODO DI MISURA
Canna piezometrica "Piez.1" in perforo CPT1 - lato nord sub-comparto	≈ -5,70	-0,60	24/10/2006
Canna piezometrica "Piez.2" in perforo CPT3 - lato sud sub-comparto	≈ -5,70	-0,60	
Perforo della CPT2, aperto fino a -7,00 m - zona centrale del sub-comparto -	≈ -7,00	-0,60	
Scavo S1 in prossimità della CPT1	≈ -1,10	-0,65	
Scavo S2 tra le CPT2 e CPT3	≈ -1,10	-0,65	

Dalla Carta Idrogeologica redatta a supporto del Piano Strutturale Comunale (vedi estratto cartografico in tavola n°4/G) si evince che l'intera superficie del comparto insiste su "sedimenti praticamente impermeabili" costituiti prevalentemente da limi e generalmente privi di falda.

Tale contesto viene confermato anche dalla Carta Idrogeologica di Base della Variante Parziale al Regolamento Urbanistico Comunale, aggiornata al Luglio 2005, di cui un estratto è riportato nella medesima tavola, dove a questi terreni viene assegnata la "Casse 2 di Permeabilità" equivalente ad una **Permeabilità Bassa**.

I riscontri geologici ed idrogeologici derivanti dalla presente indagine non concordano con quanto espresso a livello di Piano Strutturale nei due suddetti elaborati cartografici; infatti :

- 1) le litologie presenti nell'immediato sottosuolo sono costituite prevalentemente da sabbie ± limose e sabbie, di media e/o medio-bassa permeabilità, invece che da limi scarsamente permeabili;

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

2) è presente la falda freatica, con andamento piuttosto omogeneo, il cui livello si attesta alla profondità di circa -0,60/-0,65 m dal p.c. (24/10/2006).

La presenza di litologie con tali caratteristiche idrogeologiche consente l'instaurarsi di una circolazione idrica sotterranea, e la falda rilevata è sicuramente contenuta nello spesso pacco di sabbie che dal piano di campagna si spinge fino alla profondità di circa -12,00 m, in continuità laterale e verticale, e che costituisce l'acquifero principale superficiale di quest'area e della fascia litoranea pisana.

Inoltre è assai probabile che, dato il simile contesto geologico-idrogeologico del comparto in oggetto e del bacino a scolo meccanico della Bonifica di Tombolo in cui esso è inserito, esista un collegamento idraulico diretto tra la falda ed i fossi della rete di scolo.

## **6.2 - VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DELL'AREA** (Tavola Allegata n°4/G)

Ai sensi della Carta della Vulnerabilità Idrogeologica, anch'essa redatta a supporto della recente Variante al Regolamento Urbanistico Comunale, nelle more dell'art.9 del P.T.C. della Provincia di Pisa, l'area in oggetto è contraddistinta dalla "**Classe 3a di Vulnerabilità Idrogeologica**" definita come **Vulnerabilità Media** (tavola n°4/G).

In queste zone, la risorsa idrica prevede un grado di protezione non sufficiente a proteggerla dall'arrivo degli inquinanti : i tempi di arrivo in falda variano tra 15 e 30 giorni. Questa classe comprende le falde libere in materiale alluvionale mediamente permeabile con falda prossima al p.c.; le falde idriche in materiali a permeabilità medio-bassa con piezometria depressa per cause naturali; le falde idriche sospese nei terrazzi alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

## **7 - VALUTAZIONE DELL'INTERFACCIA ACQUA DOLCE - ACQUA SALATA NEL SOTTOSUOLO LOCALE**

**(Variante Parziale al Regolamento Urbanistico Comunale per l'UTOE 39 : Tirrenia)**

### **7.1 - INDAGINE GEOELETRICA IN SITU (PROFILI DI RESISTIVITA' 2D)**

**(Tavole Allegate n°2/G, 8/G, 9/G e 10/G - Appendice : Rapporto Tecnico sulle Indagini Geoelettriche)**

In ottemperanza a quanto prescritto nella Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità a supporto alla Variante Parziale al Regolamento Urbanistico Comunale per l'UTOE 39 di Tirrenia, data la fragilità del sistema idrogeologico della fascia costiera-litoranea, al fine di valutare l'eventuale presenza di acqua salmastra e/o salata nel sottosuolo locale, e quindi ricostruire la profondità e l'andamento dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata, verificando di conseguenza anche lo stato di avanzamento del cuneo salino (ingressione in profondità dell'acqua di mare) si è proceduto ad eseguire un'indagine geoelettrica consistente nell'esecuzione di n°2 profili di resistività 2D.

Si tratta di indagini indirette che consentono di effettuare ricostruzioni lungo un profilo bidimensionale, dove le variazioni di resistività elettrica del terreno possono essere correlate alle variazioni litologiche, di porosità, alterazione e saturazione esistenti.

I due profili sono stati eseguiti secondo due direzioni ortogonali tra loro; il primo stendimento (St.1), si è sviluppato nel senso della lunghezza del sub-comparto lungo la direzione NNO-SSE, all'incirca parallela alla linea di costa e grosso modo coincidente con l'allineamento delle tre prove penetrometriche, ed il secondo (St.2) parallelamente alla dimensione minore del lotto stesso, lungo il limite settentrionale (vedi planimetria in tavola n°2/G).

Nella tabella seguente si riportano i dati più significativi dei due stendimenti.

<b>DENOMINAZIONE</b>	<b>LUNGHEZZA (m)</b>	<b>PASSO - Distanza minima tra gli elettrodi</b>	<b>PROFONDITA' INDAGATA (m dal p.c.)</b>
Profilo n°1 - St.1 (direzione NNE-SSO)	96,00	3,00 m (33 elettrodi di misura)	≈ -14,50/-15,00
Profilo n°2 - St.2 (direzione O-E)	64,00	2,00 m (33 elettrodi di misura)	≈ -9,50/-10,00

Lo strumento utilizzato per queste prospezioni è un georesistivimetro Syscal R1+Switch 48 della Iris Instrument, dotato di convertitore di potenza interno (200 W, 600 V max), completato da un dispositivo che comprende due rotoli multicavo a 24 mandate e 48 elettrodi, utilizzabili indifferentemente come punti di correnti e di misura.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Per l'elaborazione dei valori di resistività apparente acquisiti durante lo svolgersi delle indagini è stato utilizzato un software di inversione (RES2DINV vers.3.51 della Geotomo Software) tramite il quale è stato possibile ottenere un modello di resistività reale, che sfrutta una modellazione a blocchi, rappresentato nelle due sezioni elettrostratigrafiche 1-1' e 2-2' riprodotte rispettivamente nelle tavole n°8/G e 9/G.

Nelle stesse tavole, i due profili elettrostratigrafici sono stati poi proiettati in trasparenza sulle sezioni geolitoologiche A-A' e B-B' rappresentative del contesto litostratigrafico locale, in modo da rendere più immediata e realistica la loro interpretazione e comprensione.

Per ulteriori dettagli sulle modalità esecutive si rimanda al Rapporto Tecnico in appendice.

## **7.2 - ESITI DELL'INDAGINE GEOELETTRICA**

**(Tavole Allegate n°2/G, 8/G, 9/G e 10/G – Appendice : Rapporto Tecnico sulle Indagini Geoelettriche)**

L'interpretazione delle due sezioni elettrostratigrafiche è stata svolta correlando tra loro i valori di resistività reale e l'assetto litostratigrafico del sottosuolo locale, precedentemente ricostruito tramite l'esecuzione delle tre prove penetrometriche statiche (tavole n°8/G e 9/G).

I valori soglia indicativi di terreni saturi in acqua dolce e di terreni saturi di acqua salata sono stati ripresi da un recente studio relativo al "monitoraggio del cuneo salino nella Laguna Veneta mediante tecniche tomografiche", nell'ambito di un progetto di ricerca del CO.RI.LA – Consorzio di Ricerche della Laguna Veneta (Biella G., De Franco R., 2005 – Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali).

Nello specifico :

- i valori di resistività  $\leq 1,50-2,00 \Omega m$  si riferiscono a terreni saturi in acqua salata;
- i valori di resistività  $\geq 7,00 \Omega m$  sono invece attribuibili a terreni saturi in acqua dolce.

Ai fini interpretativi, in entrambe le sezioni di resistività 2D si osserva quanto segue:

- le resistività calcolate con il modello di inversione variano tra 0,53 e 50,24  $\Omega m$  nel profilo n°1 e tra 0,71 e 80,42  $\Omega m$  nel profilo n°2;
- i due profili presentano un andamento regolare, nei quali si osserva una evidente stratificazione della resistività con la profondità, a partire da valori maggiori in superficie, fino a valori inferiori a 1,00-2,00  $\Omega m$  nel tratto più profondo di terreno investigato;



<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

- lo strato più superficiale è, in entrambi i casi, costituito da terreno vegetale, in parte anche di riporto, alterato e da sabbie limose più porose ed areate;
- fino alla profondità di circa -7,00/-7,50 m dal p.c., si hanno valori di resistività superiori a 7,00-8,00  $\Omega$ m che, sulla base delle risultanze di studi noti in letteratura scientifica e di quelle ottenute dallo scrivente insieme al Dott. Geol. Andrea Casella, redattore del Rapporto Tecnico in appendice, da precedenti indagini geoelettriche in zona litoranea, si ritengono compatibili con la presenza di terreni prevalentemente sabbiosi saturi di acqua dolce, ben correlandosi con le litologie effettivamente presenti in quest'intervallo di profondità;
- tra -7,00/-7,50 e -11,50/-12,00 dal p.c., si passa invece a valori di resistività compresi tra 7,00 e 1,5  $\Omega$ m che potrebbero indicare la fascia di transizione alle acque di tipo salmastro (zona di miscelazione acqua dolce-acqua salata);
- nella zona più profonda, compresa tra -11,50/-12,00 e -14,50/-15,00 m dal p.c., evidenziata nel profilo n°1, si raggiungono valori di resistività inferiori a 1,00-1,50  $\Omega$ m che sono riconducibili ad un terreno saturo in acqua salata. Dal contesto litostratigrafico del sottosuolo locale si evince che in corrispondenza di questo intervallo di profondità è presente un livello di argille organiche/torbose, in cui la presenza di acqua salata potrebbe essere associabile alla sua natura litologica-composizionale, oppure riconducibile all'evoluzione paleogeografica dell'area, e quindi al suo ambiente di deposizione; in tal caso si potrebbe trattare di acqua fossile, il che spiegherebbe i ridotti valori di resistività e quindi l'elevato tasso di salinità di quest'acqua.

L'eccessiva salinità di un'acqua contenuta nei sedimenti può avere diverse origini naturali, oltre ovviamente al fatto che si tratti di acqua di mare.

Questo fenomeno si può riscontrare nelle acque fossili, in quelle congenite e nelle acque salate e salamoie naturali (da Custodio E., Lamas M.R. – Idrologia Sotterranea).

Le *acque fossili* sono acque intrappolate nel terreno, che rimangono in questa condizione per migliaia di anni; non è necessario che siano stazionarie ma è sufficiente che il percorso sia lungo. Sono acque generalmente molto salate poiché il contatto con il terreno è prolungato. Molte di queste acque sono in realtà una miscela di vere acque fossili e di acque meteoriche. Il termine acque fossili è stato a volte utilizzato impropriamente, e spesso confuso con acque meteoriche ad elevata salinità.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Le *acque congenite (connate waters)* sono le acque che rimangono intrappolate nei sedimenti al momento della loro formazione e viene espulsa dopo il suo consolidamento; ma se la roccia finale è porosa, parte dell'acqua di assorbimento può rimanere al suo interno. Spesso queste acque venfono trasferite e si accumulano in altri terreni dove possono miscelarsi, più o meno intensamente, con le acque vadose; in questo caso non si tratta di acque vadose di formazione ma di acque emigrate.

Le *acque salate e le salamoie naturali*, nell'ipotesi oggi più accettata, sono acque di origine marina per le quali si deve ammettere una lunga permanenza nel terreno tramite la quale esse hanno subito processi di modificazione che possono aver alterato la loro facies originale. Tra questi possibili processi che producono un incremento della salinità vi è l'ultrafiltrazione, si tratta di un processo di osmosi inversa naturale, mediante il quale un'acqua costretta ad attraversare livelli argillosi continui può lasciare indietro gran parte dei suoi sali. L'acqua salata o salmastra così originatasi può restare nel luogo dove si è formata oppure può migrare verso altre formazioni, secondo l'evoluzione geologica ed idrogeologica dei terreni. In altri casi, meno frequenti, è possibile associare queste acque salate e salamoie ad acque infiltrate dai mari interni durante il processo di prosciugamento/ritiro.

Si deve comune tenere presente che non è raro trovare in natura acque sotteranee la cui mineralizzazione supera notevolmente quella dell'acqua di mare e per le quali si deve necessariamente ipotizzare origine differente (Craig, 1970).

*Per quanto sopra esposto, rimaniamo dubbiosi che i bassi di valori di resistività, inferiori a 1,00-1,50  $\Omega$ m, riscontrati nel profilo n°1 tra -11,50/-12,00 e -14,50/-15,00 m dal p.c., possano essere, in questo caso, attribuiti alla presenza effettiva di acqua di mare e quindi all'ingressione del cuneo salino.*

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

### **7.3 - MISURE IN SITO DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA DELL'ACQUA DI FALDA**

**(Tavole Allegate n°2/G, 8/G, 9/G e 10/G)**

Le indagini geoelettriche sono state supportate anche da misure in sito della conducibilità elettrica dell'acqua della falda freatica, relativamente ai primi 4,00-5,00 m di profondità, al fine di valutarne il grado di salinità e quindi trovare, in questo intervallo, una corrispondenza con i valori di resistività derivati dai due profili elettrostratigrafici.

La conducibilità elettrica rappresenta la totalità degli ioni presenti nelle acque, e ne caratterizza quindi le proprietà chimico-fisiche; essa è utilizzata come indicatore ambientale in quanto con un solo parametro si può avere una valutazione, seppur sommaria, della qualità delle acque.

I prelievi sono stati effettuati nei due scavi (S1 e S2) ed all'interno dalla canna piezometrica (Piez.1) installata nel perforo della prova CPT1, fino alla profondità di circa -5,70 m dal p.c. (tavola n°2/G).

Il campionamento all'interno del piezometro n°1 (Piez.1) è stato eseguito calando al suo interno un tubo di gomma atossico fino alla sua profondità massima (-5,70 m dal p.c.) ed aspirando poi con una pompetta manuale. Prima di prendere il campione definitivo si è proceduto ad eseguire uno spurgo speditivo del piezometro stesso.

I campioni d'acqua sono stati fatti decantare in appositi contenitori e solo successivamente si è proceduto a misurare la conducibilità elettrica tramite una sonda multiparametrica portatile.

I risultati di queste misure sono riportati nella tabella seguente.

<b>PUNTI DI PRELIEVO</b>	<b>PROFONDITA' (m dal p.c.)</b>	<b>LIVELLO DI FALDA (m dal p.c.)</b>	<b>CONDUCIBILITA' ELETTRICA (<math>\mu</math>S/cm)</b>	
Scavo S1 (prelievo effettuato sotto il pelo della falda)	-1,10	-0,65	1'865 (*)	1'682 (**)
Scavo S2 (prelievo effettuato sotto il pelo della falda)	-1,10	-0,65	1'716 (*)	1'584 (**)
Canna Piezometrica - Piez.1 (prelievo effettuato sul fondo)	-5,70	-0,60	2'310 (*)	2'084 (**)

(\*) Valori normalizzati alla temperatura standard di 25°C;

(\*\*) Valori normalizzati alla temperatura standard di 20°C;

Temperatura dell'acqua al prelievo = 17,2°C.

Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità	PIANO ATTUATIVO SCHEMA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85	Luca Pignatelli - Geologo
Novembre 2006		Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.

***I valori della conducibilità elettrica sono rappresentativi di un'acqua dolce, di mediocre qualità e media salinità, e confermano le resistività ottenute dalle indagini geoelettriche, in questo tratto di profondità.***

Per confronto facciamo notare che la conducibilità dell'acqua del Mar Mediterraneo, normalizzata alla temperatura di 18°C, è superiore ai 40'000 µS/cm.

Ai sensi della classificazione delle acque per uso irriguo dell'U.S. Department of Agriculture, quest'acqua apparterebbe alla Classe 2, caratterizzata da valori della conducibilità elettrica compresa tra 500,00 e 3'000,00 µS/cm, definita come : un'acqua da buona a dannosa, pericolosa per alcune colture sotto certe condizioni.

***E' comunemente accettato che valori della conducibilità superiori a 1'000 µS/cm, a 20°C, sono indicativi di una mediocre qualità e, nello specifico, ma anche più in generale, sono riconducibili all'acquifero freatico superficiale in cui è assente una copertura impermeabile (argillosa) che faccia da barriera alla migrazione di inquinanti nel sottosuolo, come invece accade per gli acquiferi confinati.***

## **8 - CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO E RISCHIO SISMICO** (Del.C.R.T. n° 94/'85)

Il contesto litostratigrafico-geotecnico derivato dalle indagini geognostiche non ha evidenziato particolari situazioni che inducano ad ipotizzare problemi di insufficiente portanza dei terreni di fondazione e di elevati cedimenti, escludendo quindi, ai fini progettuali, l'utilizzo di accorgimenti e/o tecniche fondazionali di un certo impegno o l'esecuzione di interventi di bonifica e/o miglioramento dei terreni stessi.

Sulla base delle caratteristiche dei fabbricati previsti dal progetto, che prevedono anche il piano seminterrato, la tipologia di fondazione più consona per essi è certamente la platea.

In relazione alla profondità del piano d'imposta delle fondazioni, che per le caratteristiche progettuali può essere ipotizzata ad una quota non superiore a -3,00 m dal p.c., si deduce che i terreni prevalentemente interessati dal cuneo di rottura indotto dalle stesse sono rappresentati dalle *sabbie* dei livelli **B**, **C** e **B1**, per i quali si possono stimare, in via speditiva, valori della pressione ammissibile  $\sigma_a$  variabili tra 2,50-2,60 kg/cmq e 3,70-3,90 kg/cmq, secondo la relazione di l'Herminier :  $\sigma_a = R_p/10$  o  $R_p/15$  (nel caso più cautelativo), con riferimento al livello **B** caratterizzato da una  $R_p$  compresa tra 37,00 e 39,00 kg/cmq.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Tali valori, seppur indicativi, sono da ritenersi più che compatibili con le strutture di progetto, e confermano l'assenza di problemi di portanza del terreno.

Per quanto riguarda i cedimenti, questi saranno ovviamente funzione, oltre che del grado di compressibilità delle litologie (mv), del carico di esercizio trasmesso nel terreno dalle fondazioni e della loro larghezza, infatti le tensioni indotte dalle platee tenderanno ad esaurirsi ad una profondità pari a circa 1,5-2 volte la larghezza delle stesse.

In tal senso, ipotizzando larghezze dell'ordine dei 20,00 m, i bulbi delle pressioni andrebbero a coinvolgere tutti i livelli litologici investigati, spingendosi quindi fino alla massima profondità d'indagine pari a -30,00 m dal p.c.

Ciò comporta che anche i livelli coesivi (**D**, **E**, **G** e **G1**), con maggior propensione al cedimento, forniranno un contributo agli abbassamenti che sarà proporzionalmente maggiore di quello delle soprastanti sabbie assai meno cedevoli.

In particolar modo il litotipo **D**, costituito da *argille plastiche organiche/torbose*, presente tra circa -12,00 e -15,00 m dal p.c., e caratterizzato da un valore del coefficiente di compressibilità "mv" variabile tra 30,00 e 35,00 cmq/t, sarà quello che fornirà il contributo "relativamente maggiore".

Ai fini delle valutazioni dei cedimenti, va però considerato che la presenza dei locali seminterrati implicherà una riduzione dei carichi indotti, in quanto lo splateamento per la realizzazione delle fondazioni provocherà un detensionamento ( $\gamma_D$ ) del terreno, e quindi i carichi effettivi saranno minori.

Per quanto concerne il Rischio Sismico, ai sensi della Del.C.R.T. n° 94/'8, il Comune di Pisa è classificato sismico in Classe 3, con accelerazione massima convenzionale attesa < 0,20 gal.

Questa classe considera la possibilità che in concomitanza di un sisma si verifichino fenomeni di instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziali e/o che si innestino movimenti franosi.

Trattandosi di un'area di pianura si esclude ovviamente quest'ultima possibilità, ed anche per quanto riguarda l'instabilità dinamica : *l'assenza, nell'immediato sottosuolo locale, di depositi con caratteristiche fisico-meccaniche scadenti, quali p.e. argille e limi molto soffici o riporti poco compatti, nonché di depositi di ghiaie e sabbie a granulometria eterogenea, poco addensati e suscettibili di densificazione, porta ad escludere la possibilità che in occasione di un sisma con tale accelerazione si manifestino variazioni della risposta sismica locale, che provochi deformazioni rilevanti dei terreni dando quindi luogo a fenomeni di instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziali (punto 3.5.6 Del.C.R.T. n°94/'85).*

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<b>PIANO ATTUATIVO</b> <i>SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

## 9 - ORIENTAMENTI GEOTECNICI PRELIMINARI

### 9.1 - VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE E DELLA PRESSIONE AMMISSIBILE

Tra gli obiettivi di questa indagine è nostra intenzione fornire anche una stima preliminare della capacità portante unitaria " $\sigma_r$ " del terreno di fondazione, e quindi della pressione ammissibile " $\sigma_a$ " (D.M.LL.PP 11/03/1 '988).

Nel paragrafo precedente è stato fatto notare che la pressione ammissibile " $\sigma_a$ ", seppur stimata in modo speditivo, secondo la formula di L'Herminier, risulta essere più che compatibile con i carichi di esercizio " $\sigma_e$ " prevedibili per gli edifici di progetto, condizione che porta quindi ad escludere problemi di portanza del terreno di fondazione.

Le valutazioni seguenti vengono invece fatte sulla base di una ipotesi di fondazione, che comunque dovrà essere verificata nella successiva fase di progetto esecutivo, e considerando i parametri geotecnici del terreno.

Date le caratteristiche dei fabbricati, che prevedono il piano seminterrato, si è ipotizzato di realizzare delle fondazioni a platea con piano d'incastro "D" posto alla profondità di -3,00 m dal p.c., con larghezza e lunghezza massima indicativa di 20,00 e 30,00 m rispettivamente.

Il calcolo del  $\sigma_r$  è stato svolto applicando la relazione di *Terzaghi*, ridotta nella forma valida per le litologie puramente incoerenti ( $C_u = 0$  e  $\phi \neq 0$ ), dal momento che i terreni di fondazione sono costituite da sabbie.

#### **Formula generale di Terzaghi**

$$\sigma_r = C_u N_c S_c + \gamma D N_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma S_\gamma$$

dove :

$C_u$  = coesione non drenata (kg/cmq);

$D$  = profondità d'imposta della fondazione (cm);

$\gamma$  = peso di volume del terreno sopra fondazione (kg/cm<sup>3</sup>),

$\gamma_1$  = peso di volume del terreno sotto fondazione (kg/cm<sup>3</sup>),

$B$  = larghezza della fondazione (cm);

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante adimensionali,

dipendenti dal valore dell'angolo d'attrito interno " $\phi$ ",

$S_c, S_\gamma$  = fattori di forma adimensionali, dipendenti dalla geometria della fondazione.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Per la determinazione dei fattori di capacità portante ( $N_q$  ed  $N_\gamma$ ) si è considerato, per lo strato portante sabbioso (livello **B**), il valore ridotto dell'angolo di attrito interno ( $\phi^*$ ), ricavato secondo la relazione :

$$\phi^* = \arctg (2/3 \operatorname{tg} \phi)$$

dove

$\phi$  = angolo di attrito interno delle sabbie **A** = 35°,

$\phi^*$  = angolo di attrito interno ridotto = 25°.

In questo modo i fattori ridotti di capacità portante secondo Terzaghi, risultano :

$$N'_q = 12,7 \qquad N'_\gamma = 9,7 \qquad (\text{per } \phi^* = 25^\circ);$$

mentre il fattore di forma dipendente dalla geometria della fondazione (platea), sempre secondo Terzaghi, è :

$$S_\gamma = 1 - 0,2 (B/L) \qquad (\text{per fondazioni a platea});$$

La pressione litostatica ( $\gamma D$ ) agente sul piano di imposta delle fondazioni è stata stimata in circa 0,30 kg/cmq, considerando anche l'influenza della falda, attualmente attestata a -0,60 m dal p.c.

La pressione ammissibile " $\sigma_a$ " è stata calcolata assumendo un fattore di sicurezza **F = 3**, ossia  $\sigma_a = \sigma_r / 3$  (come prescritto dal D.M. 11/03/1'988, punto C.4.2.).

Nella tabella successiva sono riportati il valori della capacità portante del terreno di fondazione " $\sigma_r$ " e della pressione ammissibile unitaria " $\sigma_a$ " valutati sulla base degli orientamenti progettuali e geotecnici precedentemente esposti.

<b>Ipotesi di fondazione : Platea a pianta rettangolare</b>	
Larghezza max ipotizzata : B = 20,00 m;	
Lunghezza max ipotizzata : L = 30,00 m;	
Profondità d'incastro : D = -3,00 m dal p.c.;	
<b>CAPACITA' PORTANTE "<math>\sigma_r</math>" (kg/cmq)</b>	<b>PRESSIONE AMMISSIBILE "<math>\sigma_a</math>" (kg/cmq)</b>
10,56	3,52

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

*Il valore della pressione ammissibile, valutato in sicurezza ed in via preliminare, è da ritenersi, anche in questo caso, più che compatibile con i carichi di esercizio prevedibili per le future strutture, e risulta ben confrontabile con quello stimato con la relazione di L'Herminier (Rp/10) variabile tra 3,70 e 3,90 kg/cmq per una Rp compresa tra 37,00 e 39,00 kg/cmq.*

## **9.2 - STIMA PRELIMINARE DELL'ENTITA' DEI CEDIMENTI**

Al fine di ottenere un quadro teorico preliminare sull'entità delle deformazioni che potranno subire i terreni sottoposti ai carichi trasmessi dalle fondazioni dei manufatti, onde valutarne la loro compatibilità con la stabilità e funzionalità degli stessi, si è proceduto ad eseguire una stima di massima dei cedimenti al di sotto del piano di imposta delle fondazioni, come previsto dalla normativa vigente (D.M.LL.PP. 11/03/'88 punto C.4.3).

La formula utilizzata è :

$$H = H_0 \sum \Delta p mv$$

dove :

H = cedimento massimo (cm),

H<sub>0</sub> = spessore dello strato considerato (cm),

Δp = variazione della pressione nel centro dello strato con la profondità (kg/cmq), secondo il metodo di diffusione dei carichi nel semispazio elastico ed omogeneo di Steinbrenner,

mv = coefficiente di compressibilità volumetrica (cmq/kg).

I cedimenti sono stati valutati fino alla profondità alla quale l'80% circa della pressione di esercizio "σ<sub>e</sub>", trasmessa nel terreno dalle fondazioni, si è esaurita, ed il calcolo è stato eseguito considerando per i vari strati di terreno sottofondazionale i valori medi dei coefficienti di compressibilità volumetrica (mv) derivati dalle prove penetrometriche.

Nella tabella successiva sono riportati i valori dei cedimenti assoluti (H) a partire dalla profondità del piano di imposta delle fondazioni, ipotizzando diversi carichi di esercizio unitario "σ<sub>e</sub>", ovviamente sempre minori o uguali alla pressione ammissibile "σ<sub>a</sub>", come imposto dal D.M.LL.PP 11/03/'88, ma in linea di massima ritenuti congrui con le strutture stesse.



<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<b>PIANO ATTUATIVO</b> <i>SCHEMA NORMA 39.1 del R.U. Comunale</i> <i>Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa</i> <i>Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Ai fini del calcolo, i carichi di esercizio sono stati considerati al netto del detensionamento ( $\gamma D$ ) prodotto dallo splateamento per la realizzazione delle fondazioni.

<b>Ipotesi di fondazione : Platea a pinta rettangolare</b>	
Larghezza max ipotizzata : B = 20,00 m; Lunghezza max ipotizzata : L = 30,00 m; Profondità d'incastro : D = -3,00 m dal p.c.;	
<b>CARICHI NETTI D'ESERCIZIO "<math>\sigma_e</math>" (kg/cmq)</b>	<b>CEDIMENTI "H" (cm)</b>
1,00 - 0,30 ( $\gamma D$ ) = 0,70	≈ 14,20
0,90 - 0,30 ( $\gamma D$ ) = 0,60	≈ 12,20
0,80 - 0,30 ( $\gamma D$ ) = 0,50	≈ 10,20
0,70 - 0,30 ( $\gamma D$ ) = 0,40	≈ 8,20

## 10 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base di quanto scaturito dalla presente indagine si evince che il sub-comparto 350 oggetto del presente Piano Attuativo è ubicato all'interno di un'area pianeggiante e geomorfologicamente stabile, dove il sottosuolo è caratterizzato, fino alla profondità di circa -12,00 m dal p.c., da litologie di natura prevalentemente incoerente costituite da *sabbie e sabbie ± limose*, mentre oltre tale profondità, e fino a -30,00 m dal p.c. (massima profondità indagata), è invece dominato da litotipi coesivi quali : *argille organiche/torbose, argille ± limose ed argille limose ± sabbiose*.

Relativamente alle sabbie, che ai fini progettuali rappresentano i terreni sui quali saranno fondati i futuri edifici, si tratta di litologie caratterizzate da discreti stati di addensamento e da medio-buone proprietà fisico-meccaniche che portano ad escludere problemi di portanza, come conferma il valore relativamente alto della pressione ammissibile  $\sigma_a$  pari a 3,50 kg/cmq, valutato considerando come ipotesi di fondazione una platea di larghezza massima B = 20,00 m.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

Per quanto riguarda i cedimenti, anche se questi risultano in certi casi relativamente elevati, sono tuttavia da ritenersi non particolarmente ostativi ai fini della stabilità e funzionalità dei manufatti, in considerazione del fatto che la platea oltre a rappresentare il tipo di fondazione diretta che trasmette al terreno la minor pressione di contatto è al tempo stesso la tipologia dotata della maggior rigidità strutturale che, nel caso in cui si dovessero verificare cedimenti differenziali, gli permette di subirli in modo uniforme così da non comportare distorsioni angolari alla struttura e quindi non comprometterne la stabilità e funzionalità. In relazione a ciò è anche vero che l'omogeneità laterale e verticale del contesto litostriatigrafico-geotecnico del sottosuolo locale, derivato dalle indagini geognostiche, porta ad escludere il succedersi di tali fenomeni.

Dal contesto geologico-geotecnico non sono quindi emerse particolari situazioni di carattere geolitologico-geotecnico se non quelle normalmente prevedibili per la realizzazione di una qualsiasi opera a medio e basso indice di fabbricabilità, escludendo quindi la realizzazione di tecniche costruttive o tipologie fondazionali di un certo impegno nonché l'esecuzione di interventi di miglioramento dei terreni di fondazione.

In aggiunta è anche da tener presente che non sono state rilevate situazioni di carattere geologico-geotecnico che possono causare effetti di amplificazione della risposta sismica locale e quindi originare fenomeni di instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziale.

Da un punto di vista idrogeologico, è stato verificato che all'interno del pacco di sabbie sub-superficiali è contenuta la falda freatica il cui livello è attualmente attestato alla profondità di circa -0,60/-0,65 m dal p.c. (24/10/2006).

Le indagini geoelettriche (profili di resistività 2D) hanno evidenziato che i terreni saturi di acqua salata sono presenti oltre la profondità di circa -12,00 m dal p.c., che, nello specifico, corrispondono al livello di *argille organiche/torbose* denominato livello **D** nel modello geologico-geotecnico da noi ricostruito.

L'utilizzo di tecniche di abbattimento temporaneo della falda (es. well points), per mantenere lo scavo asciutto durante le fasi di splateamento e di realizzazione delle fondazioni, non comporterà richiami di acqua salata, dal momento che le punte filtranti saranno infisse al massimo fino a -2,00/-3,00 m al di sotto della base dello scavo, posto verosimilmente alla profondità di -3,00 m dal p.c., e quindi per un tratto complessivo di 5,00-6,00 m dal piano di campagna.

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

In questo modo, il cono di depressione si svilupperà nel pacco di sabbie  $\pm$  limose sature in acqua dolce caratterizzato, fino alla profondità di -7,00/-7,50 m dal p.c., da valori di resistività elettrica superiori a 7,00-8,00  $\Omega$ m, come risulta dalle sezioni elettrostratigrafiche. Pertanto, in fase di pompaggio non verrà emunta e richiamata lateralmente acqua salata, che invece è presente oltre la profondità di circa -11,50/12,00 m.

Per quanto concerne le problematiche relative alla Pericolosità Idraulica dell'area ed alla consistenza della rete di scolo/fognaria delle acque meteoriche, previste dal Regolamento Urbanistico Comunale per la Classe 3 di Fattibilità e per le opere al di sotto del piano di campagna, si rimanda allo studio idrologico-idraulico redatto, parallelamente a questa relazione, a supporto del presente Piano Attuativo, dove sono descritti oltre agli aspetti prettamente idraulici anche le soluzioni tecnico-progettuali per la mitigazione del rischio e la messa in sicurezza idraulica dei fabbricati previsti all'interno del sub-comparto.

Si accenna brevemente che per la mitigazione del rischio idraulico la superficie attuale del piano di campagna dovrà essere rialzata di almeno di 30,00 cm rispetto alla quota finita di via delle Giunchiglie e rimodellata con le dovute pendenze.

In ogni caso, la sistemazione finale dell'area interessata dalla trasformazione dovrà prevedere la messa in opera di un idoneo e funzionale sistema di deflusso e smaltimento delle acque pluviali e di ruscellamento superficiale, nonché degli scarichi reflui civili.

***Concludendo, allo stato delle conoscenze emerse dalla presente indagine, non si rilevano particolari impedimenti e/o vincoli di carattere geologico e geotecnico ai fini della fattibilità della trasformazione urbanistica-edilizia, fatto salvo che per la fase di progetto esecutivo si dovrà verificare e valutare ulteriormente quanto fin qui esposto, in funzione dell'effettiva entità dell'intervento e del reale dimensionamento delle strutture di progetto.***

Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità	PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85	Luca Pignatelli - Geologo
Novembre 2006		Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.

## 11 - DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI PERICOLOSITA' DELL'AREA E DELLA FATTIBILITA' DELLA TRASFORMAZIONE URBANISTICA PROPOSTA

Gli esiti di questa indagine portano a confermare la **Classe di Pericolosità Geologica 3a (Pericolosità Medio-Bassa)** attribuita all'area dal Piano Strutturale Comunale vigente e dalla Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale.

Per quanto riguarda invece la **Fattibilità Geologica della trasformazione**, si può asserire quanto segue :

- da un punto vista prettamente geologico essa può essere considerata di **Classe 2**, equivalente ad un **Rischio Basso** e corrispondente ad una **fattibilità con normali vincoli da precisare in fase di progetto esecutivo**, dove **gli interventi previsti sono attuabili senza particolari condizioni** (Del.C.R.T. n°94/'85);
- data la fragilità idraulica dell'area, evidenziata anche nella Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale, ed anche per la presenza dei piani seminterrati nei futuri edifici, nel rispetto dell'art. 1.0.1.2. delle Norme Tecniche di Attuazione del Regolamento Urbanistico Comunale (Particolari prescrizioni per le opere al di sotto del piano di campagna) ed in accordo con la suddetta scheda norma : **la fattibilità risulta necessariamente condizionata (Classe 3 di Fattibilità).**

*Di conseguenza, anche per la **fattibilità della trasformazione proposta** viene confermata la **Classe 3**, già assegnata a questa previsione urbanistica dalla Scheda Norma 39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale, corrispondente ad una **fattibilità condizionata per problemi di esclusiva natura idraulica.***

**Per quanto sopra esposto, la trasformazione urbanistica proposta potrà essere realizzata a condizione che vengano realizzati gli interventi finalizzati alla soluzione dei problemi di natura idraulica previsti nello specifico studio, redatto dall'Ing. Silvia Lucia, a supporto del presente Piano Attuativo e facente parte, insieme alla presente relazione, degli elaborati di progetto.**

Pisa 27/11/2006

Dott. Geologo Luca Pignatelli

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEMA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

**APPENDICE**

<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

### **TAVOLE ALLEGATE :**

- TAVOLA N°1/G :**
- INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SCALA 1 : 10.000;
  - INQUADRAMENTO TERRITORIALE CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOELETTRICHE, SCALA 1 : 2.000;
  - ESTRATTO DI P.R.G.C. COMUNALE, SCALA 1 : 5.000;
  - ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE, SCALA 1 : 4.000;
- TAVOLA N°2/G :**
- PLANIMETRIA GENERALE STATO ATTUALE CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE (PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1, CPT2, CPT3) ED INDAGINI GEOELETTRICHE (STENDIMENTI St.1, St.2 - PROFILI DI RESISTIVITA'), SCALA 1 : 1.000;
  - PLANIMETRIA GENERALE STATO DI PROGETTO CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE (PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1, CPT2, CPT3) ED INDAGINI GEOELETTRICHE (STENDIMENTI St.1, St.2 - PROFILI DI RESISTIVITA'), SCALA 1 : 1.000;
- TAVOLA N°3/G :**
- RILIEVO PLANO-ALTIMETRICO, SCALA 1 : 500;
  - PROFILI ALTIMETRICI A-B, C-D, SCALA ORIZZONTALE 1 : 200;  
SCALA VERTICALE 1 : 50;
- TAVOLA N°4/G :**
- ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA LITOTECNICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DI BASE DELLA VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE, SCALA 1 : 25.000;
  - ESTRATTO CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DI SINTESI DELLA VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE, SCALA 1 : 25.000;
- TAVOLA N°5/G :**
- ESTRATTO CARTA DELLE AREE ALLAGABILI DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE, SCALA 1 : 10.000;
  - ESTRATTO CARTA DELLE PERIMETRAZIONI DELLE AREE CON PERICOLOSITA' IDRAULICA DEL P.A.I. DEL F. ARNO, SCALA 1 : 25.000 - LIVELLO DI SINTESI;
  - ESTRATTO CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E DELLA FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI DEL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE, SCALA 1 : 5.000;
- TAVOLA N° 6/G :**
- CLASSIFICAZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO DA PROVA PENETROMETRICA STATICA "CPT" (Diagramma di Schmertmann);
  - LOG LITOSTRATIGRAFICI DERIVATI DALL'INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1, CPT2, CPT3 E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA MEDIA DEI TERRENI INDAGATI;

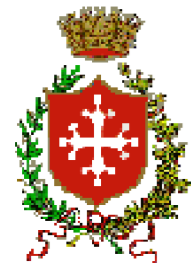
<i>Relazione Geologico-Tecnica di Fattibilità</i>	<i>PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 del R.U. Comunale Via delle Giunchiglie - Tirrenia - Pisa Sub-Comparto : Particella n°350 - Foglio 85</i>	<i>Luca Pignatelli - Geologo</i>
<i>Novembre 2006</i>		<i>Rif. : Imp. Costr. Baldereschi R. S.a.s.</i>

*TAVOLA N° 7/G : - SEZIONE LITOTECNICA INTERPRETATIVA A-A',  
SCALA VERTICALE 1 : 100, SCALA ORIZZONTALE 1 : 200,  
CORRELAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE TRA LE PROVE  
PENETROMETRICHE STATICHE CPT2-CPT3 E CPT1-CPT3 E  
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA MEDIA;*

*TAVOLA N° 8/G : - SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA (N°1) 1-1', SCALA 1 : 200;  
- SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°1 PROIETTATA IN TRASPARENZA  
SULLA SEZIONE GEOLITOLOGICA A-A', SCALA ORIZZONTALE 1 : 200;  
SCALA VERTICALE 1 : 100;*

*TAVOLA N° 9/G : - SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA (N°2) 2-2', SCALA 1 : 200;  
- SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°2 PROIETTATA IN TRASPARENZA  
SULLA SEZIONE GEOLITOLOGICA B-B', SCALA ORIZZONTALE 1 : 200;  
SCALA VERTICALE 1 : 100;*

*TAVOLA N° 10/G : - ALLEGATO FOTOGRAFICO;*



- COMUNE DI PISA -

PROVINCIA DI PISA

Frazione : Tirrenia  
Via delle Giunchiglie



**PROPONENTE / COMMITTENTE:**  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa

PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENIA)  
DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE  
VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENIA - PISA  
- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'**  
(D.M.LL.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)

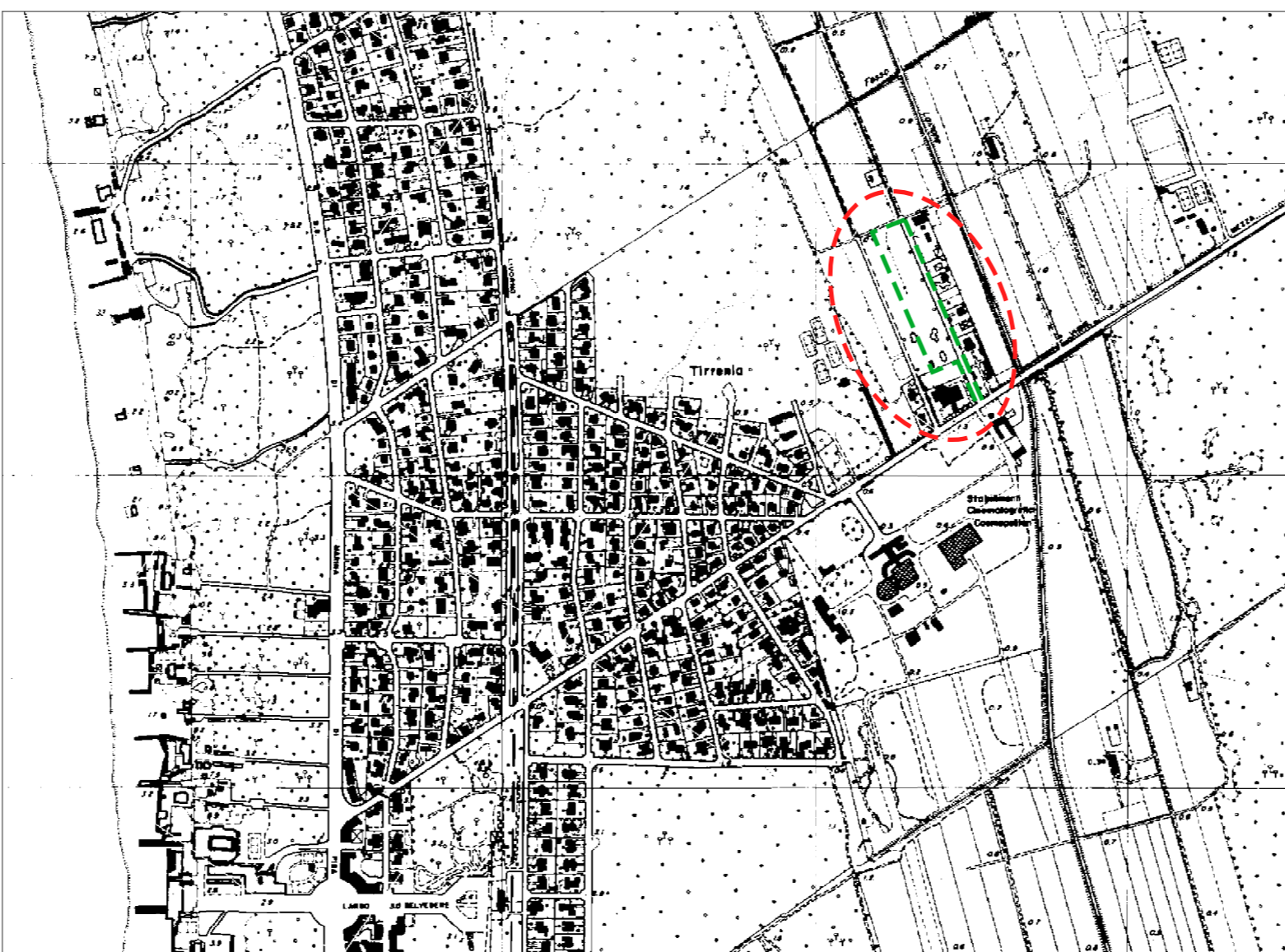
**TAVOLA : N° 1/G**

- INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SCALA 1 : 10.000;
- INQUADRAMENTO TERRITORIALE CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOELETRICHE, SALA 1 : 2.000;
- ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE, SCALA 1 : 4.000;
- ESTRATTO DI P.R.G. COMUNALE, SCALA 1 : 5.000;

Novembre 2006

Luca Pignatelli - Geologo  
Via Caduti del Lavoro, n° 9 - 56122 - Pisa  
Tel. / fax : 050 525458 - email : luca.geo.pi@iol.it

La presente tavola è di proprietà dello Studio Dott.Geol. Luca Pignatelli e non potrà essere riprodotta o comunicata a terzi senza autorizzazione della proprietà stessa.



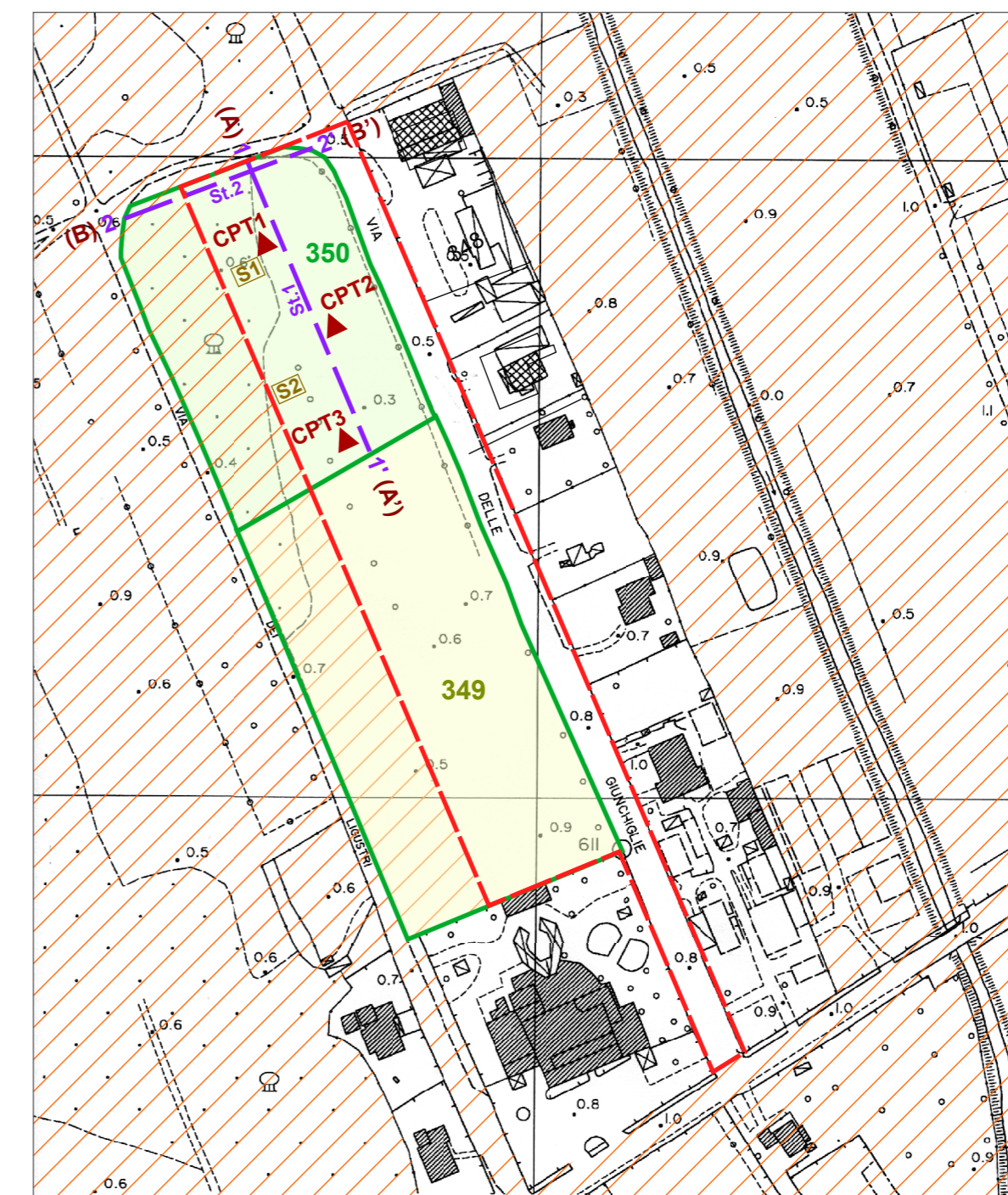
**INQUADRAMENTO TERRITORIALE - SCALA 1 : 10.000**

Comparto soggetto a Piano Attuativo  
Schema Norma 39.1 - Tirrenia (PI)  
Via delle Giunchiglie - R.U. Comunale



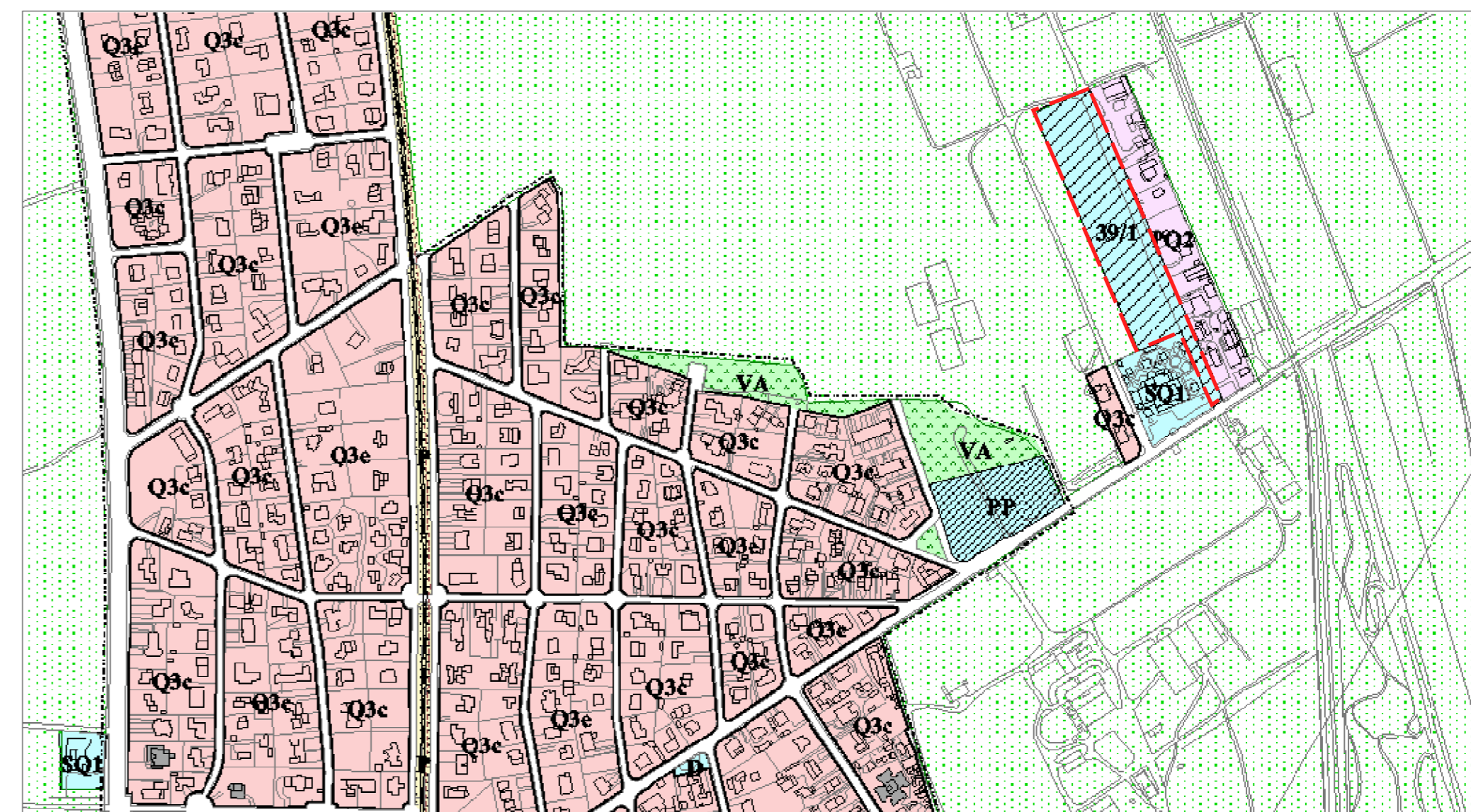
**ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE - SCALA 1 : 4.000**  
PARTICELLA N° 350 - FOGLIO N° 85 - COMUNE DI PISA

- Comparto soggetto a Piano Attuativo - Scheda Norma 39.1 - Via delle Giunchiglie - Tirrenia (PI) - R.U. Comunale.
- Sub-comparto oggetto d'indagine a supporto del presente Piano Attuativo. - Particella 350 - Foglio 85 - Comune di Pisa. Proprietà : Impresa Costruzioni Baldereschi R. S.a.s.



**INQUADRAMENTO TERRITORIALE - SCALA 1 : 2.000**  
- UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOELETRICHE -

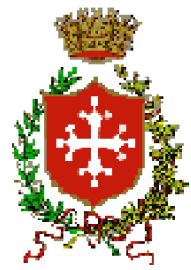
- Comparto soggetto a P.A. - Scheda Norma 39.1 - Via delle Giunchiglie - Tirrenia (PI) - R.U. Comunale.
- Sub-comparto oggetto d'indagine a supporto del presente Piano Attuativo. Particella 350 - Foglio 85 - Comune di Pisa. Proprietà : Impresa Costruzioni Baldereschi R. s.a.s.
- Sub-comparto non oggetto d'indagine. Particella 349 - Foglio 85 - Comune di Pisa. Altra Proprietà.
- Parco Naturale Migliarino - S.Rossore-Massaciucoli
- CPT1 Prove penetrometriche statiche eseguite a supporto della presente indagine (CPT1, CPT2, CPT3)
- S1 Saggi con escavatore (S1, S2) e punti di misura del livello e prelievo della falda freatica superficiale
- Stendimenti per tomografie elettriche (St.1, St.2) e tracce sezioni elettrostratigrafiche n°1 (1-1') e n°2 (2-2')
- Tracce sezioni geologiche e litotecniche interpretative (A-A') - (B-B')



**ESTRATTO DI P.R.G. COMUNALE - SCALA 1 : 5.000 (Zona Litorale)**

- C - AMBITI DI INTERVENTO**
  - Trasformazione urbana (P.A. Scheda Norma 39.1)
- D - DESTINAZIONI D'USO PREVALENTI**
  - Servizi urbani
- Parco Naturale Migliarino - San Rossore - Massaciucoli
- Comparto soggetto a Piano Attuativo (Scheda Norma n°39.1 del Regolamento Urbanistico Comunale)





- COMUNE DI PISA -

PROVINCIA DI PISA

Frazione : Tirrenia  
Via delle Giunchiglie



**PROPONENTE / COMMITTENTE:**  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa

PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENIA)  
DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE  
VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENIA - PISA  
- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'**  
(D.M.LL.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)

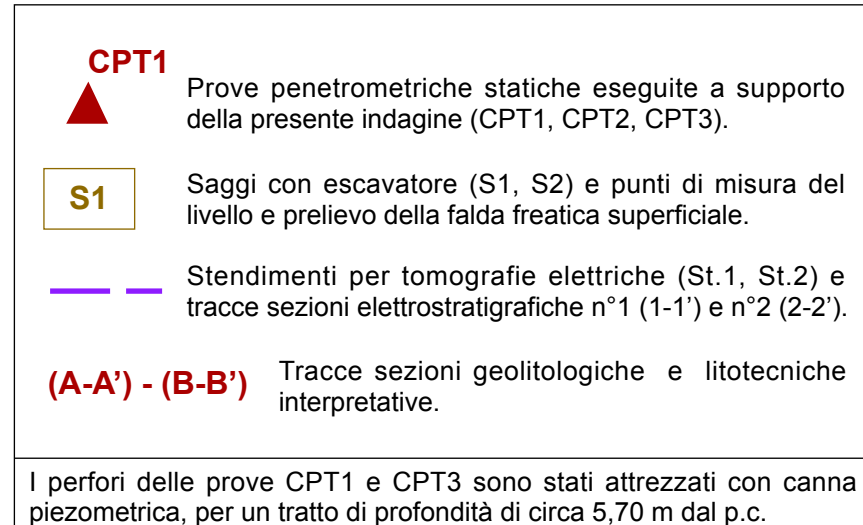
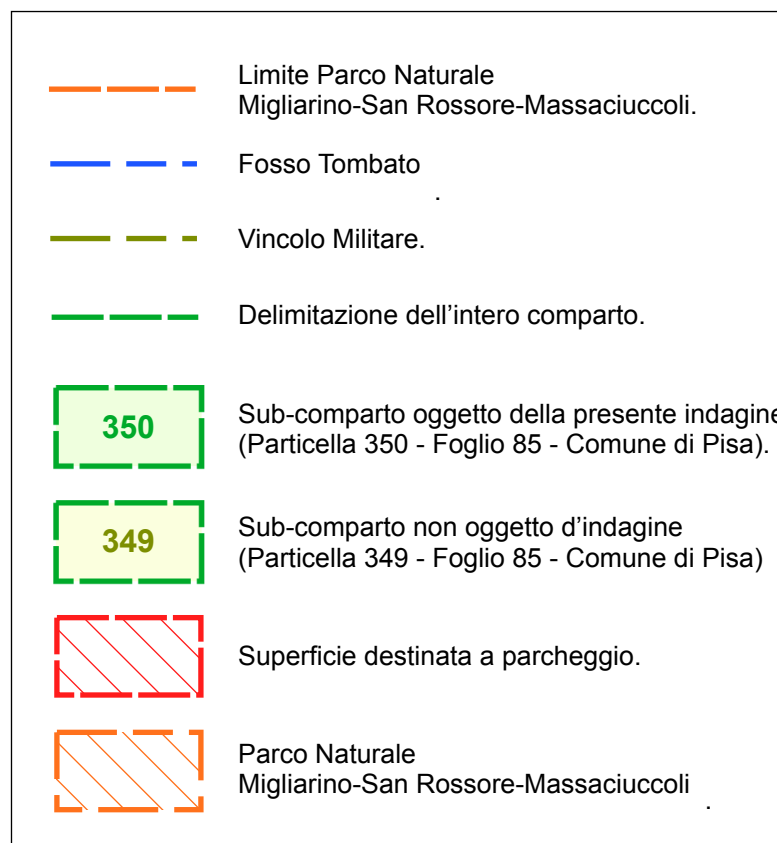
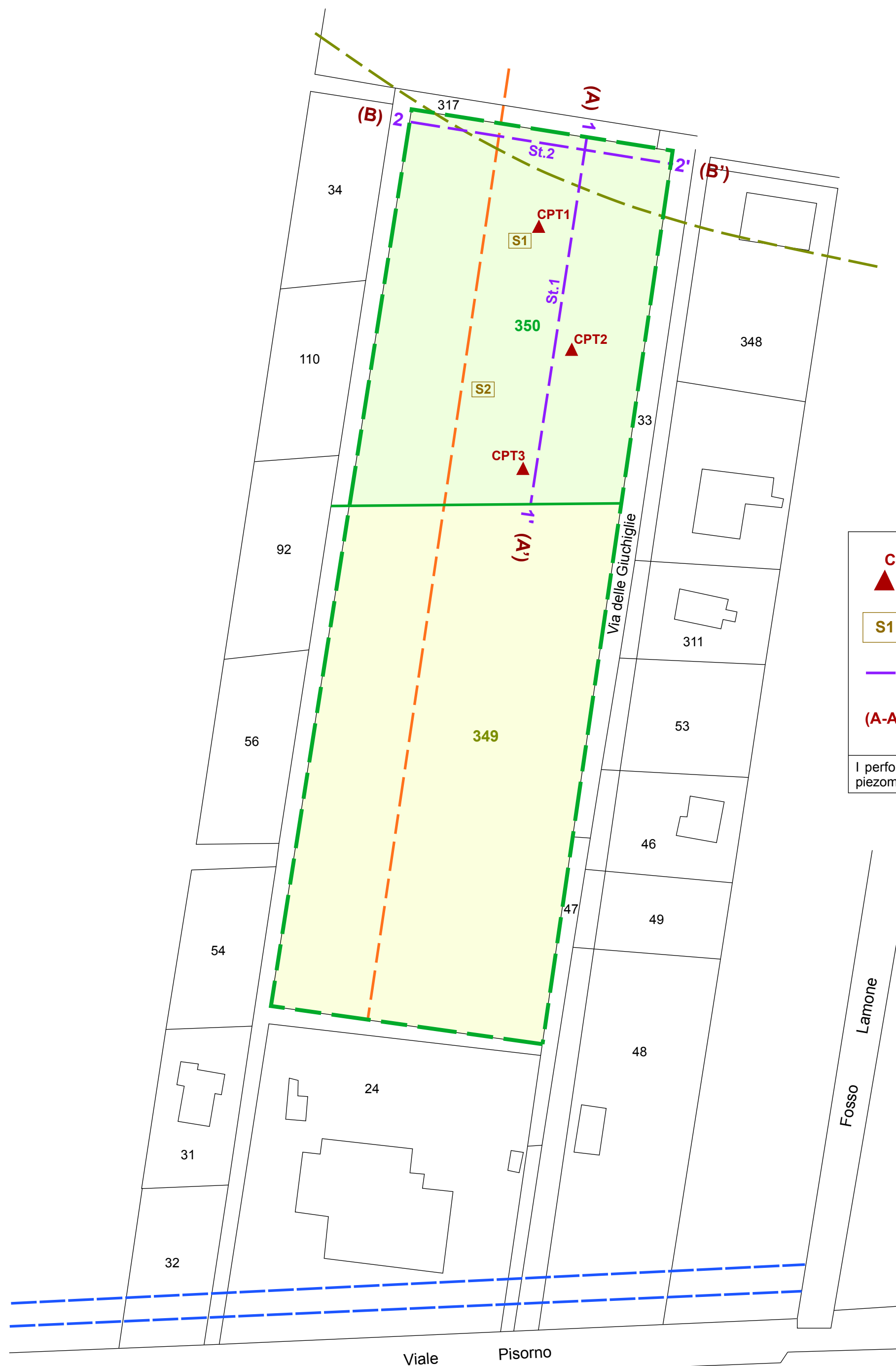
**TAVOLA : N° 2/G**

- PLANIMETRIA GENERALE STATO ATTUALE (da Tavola di Progetto)  
CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE (PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1, CPT2, CPT3) ED INDAGINI GEOELETTRICHE (STENDIMENTI St.1, St.2 PER TOMOGRAFIE ELETTRICHE - PROFILI DI RESISTIVITA'),  
SCALA 1 : 1.000;  
- PLANIMETRIA GENERALE DI PROGETTO (da Tavola di Progetto)  
CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE (PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1, CPT2, CPT3) ED INDAGINI GEOELETTRICHE (STENDIMENTI St.1, St.2 PER TOMOGRAFIE ELETTRICHE - PROFILI DI RESISTIVITA'),  
SCALA 1 : 1.000;

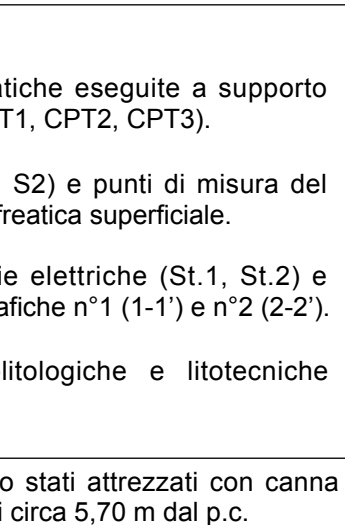
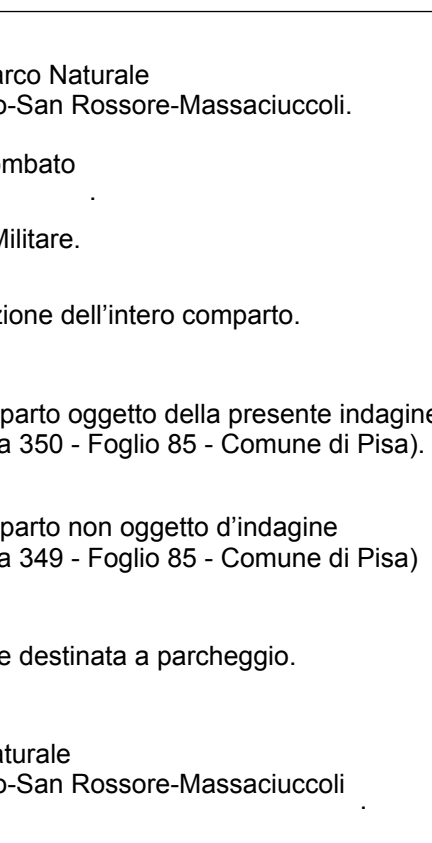
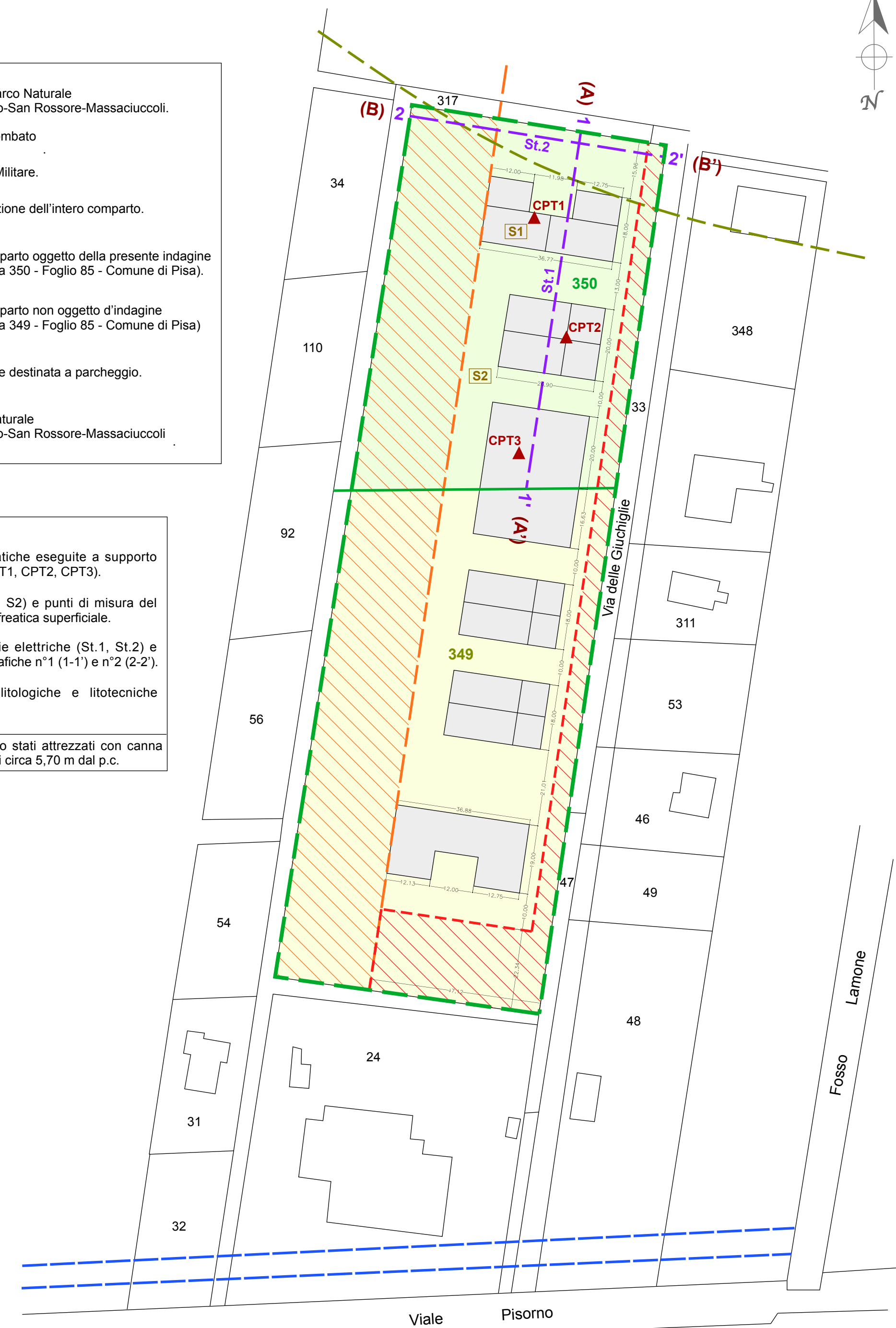
Novembre 2006

Luca Pignatelli - Geologo  
Via Caduti del Lavoro, n° 9 - 56122 - Pisa  
Tel. / fax : 050 525458 - email : luca.geo.pi@iol.it

La presente tavola è di proprietà dello Studio Dott.Geol. Luca Pignatelli e non potrà essere riprodotta o comunicata a terzi senza autorizzazione della proprietà stessa.



I perfori delle prove CPT1 e CPT3 sono stati attrezzati con canna piezometrica, per un tratto di profondità di circa 5,70 m dal p.c.



I perfori delle prove CPT1 e CPT3 sono stati attrezzati con canna piezometrica, per un tratto di profondità di circa 5,70 m dal p.c.



- COMUNE DI PISA -

PROVINCIA DI PISA

Frazione : Tirrenia  
Via delle Giunchiglie



**PROPONENTE / COMMITTENTE:**  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa

PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENIA)  
DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE  
VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENIA - PISA  
- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'**  
(D.M.LL.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)

**TAVOLA : N° 3/G**

- RILIEVO PLANO-ALTIMETRICO (da Tavola di Progetto), SCALA 1 : 500;  
- PROFILI ALTIMETRICI A-B, C-D (da Tavola di Progetto),  
SCALA ORIZZONTALE 1 : 200, SCALA VERTICALE 1 : 50;

Novembre 2006

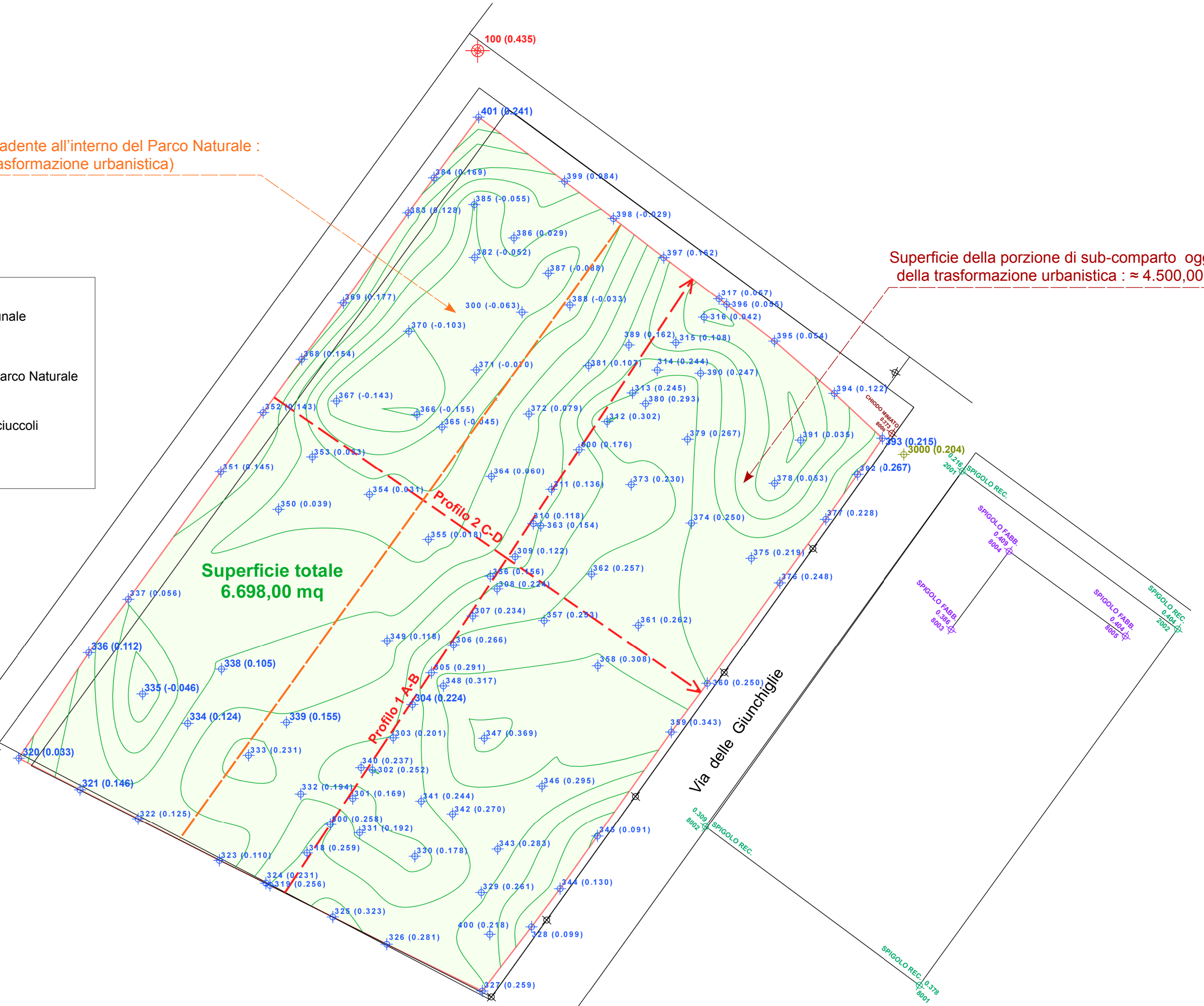
Luca Pignatelli - Geologo  
Via Caduti del Lavoro, n° 9 - 56122 - Pisa  
Tel. / fax : 050 525458 - email : luca.geo.pi@iol.it

Superficie della porzione di sub-comparto ricadente all'interno del Parco Naturale :  
≈ 2.198,00 mq (esclusa dalla trasformazione urbanistica)

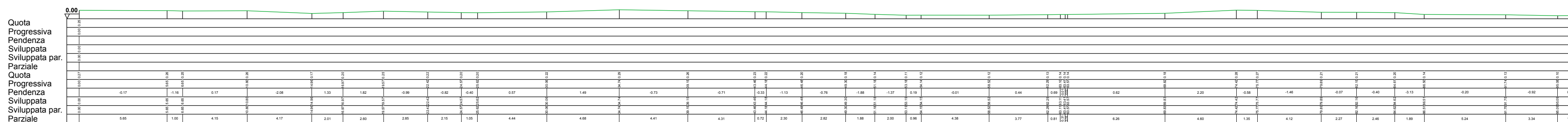
Superficie della porzione di sub-comparto oggetto della trasformazione urbanistica : ≈ 4.500,00 mq

Sub-comparto oggetto del presente Piano Attuativo  
Schema Norma 39.1 - Regolamento Urbanistico Comunale  
Particella 350 - Foglio 85 - Comune di Pisa  
Superficie complessiva : 6.698,00 mq di cui :  
4.500,00 mq destinati alla trasformazione urbanistica;  
1.198,00 mq vincolati poichè ricadenti all'interno del Parco Naturale  
e quindi esclusi dalla trasformazione.

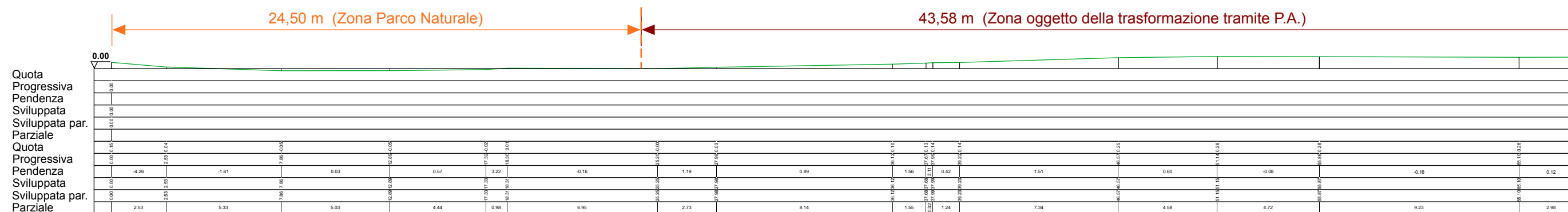
--- Limite Parco Naturale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli  
--- Tracce dei profili altimetrici (quote in m s.l.m.)



**PROFILO ALTIMETRICO N°1 A-B : LUNGHEZZA = 96,76 m**  
QUOTE in m s.l.m



**PROFILO ALTIMETRICO N°2 C-D : LUNGHEZZA = 68,06 m**  
QUOTE in m s.l.m



La presente tavola è di proprietà dello Studio Dott.Geo. Luca Pignatelli e non potrà essere riprodotta o comunicata a terzi senza autorizzazione della proprietà stessa.



- COMUNE DI PISA -

PROVINCIA DI PISA

Frazione : Tirrenia  
Via delle Giunchiglie



**PROPONENTE / COMMITTENTE:**  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa

PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENIA)  
DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE  
VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENIA - PISA  
- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'**  
(D.M.L.L.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)

**TAVOLA : N° 4/G**

- ESTRATTI CARTOGRAFICI DEL QUADRO CONOSCITIVO  
DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE VIGENTE :

- CARTA GEOLOGICA, SCALA 1 : 10.000;
- CARTA LITOTECNICA, SCALA 1 : 10.000;
- CARTA IDROGEOLOGICA, SCALA 1 : 10.000;

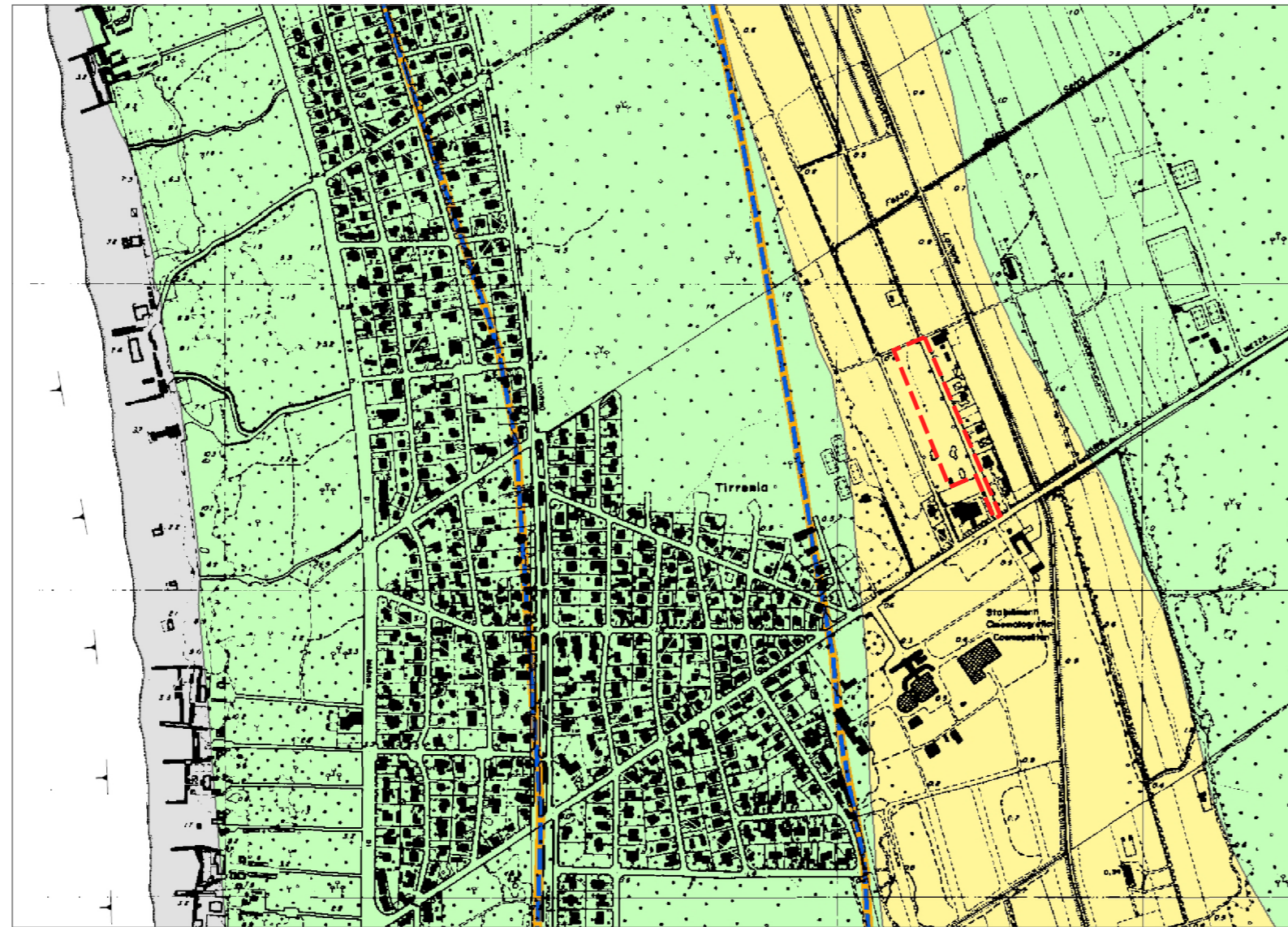
- ESTRATTI CARTOGRAFICI DELLA VARIANTE PARZIALE  
AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE PER LE UTOE 39  
(TIRRENIA) E 40 (CALAMBRONE) :

- CARTA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DI BASE, SCALA 1 : 25.000;
- CARTA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DI SINTESI, SCALA 1 : 25.000;

Novembre 2006

Luca Pignatelli - Geologo  
Via Caduti del Lavoro, n° 9 - 56122 - Pisa  
Tel. / fax : 050 525458 - email : luca.geo.pi@iol.it

La presente tavola è di proprietà dello Studio Dott.Geol. Luca Pignatelli e non potrà essere riprodotta o comunicata a terzi senza autorizzazione della proprietà stessa.



**ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE - SCALA 1 : 10.000**  
(Approvato con Del.C.C. n°103 del 02/10/1998)

- Sedimenti delle spiagge attuali, costituiti da sabbie sciolte
- Depositi sabbiosi dei lidi e dune litoranee (Olocene)
- Sedimenti interdunali costituiti da limi e sabbie limose, talvolta con depositi superficiali di argille organiche e torbe (Olocene)
- Antiche linee di costa

**NOTA** : La presenza dei depositi sabbiosi è stata confermata anche dalle indagini geognostiche eseguite in situ, a supporto del presente Piano Attuativo.



**ESTRATTO CARTA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DI BASE  
DELLA VARIANTE PARZIALE AL R.U. COMUNALE - SCALA 1 : 25.000**  
(Adottata con Del.C.C. n°48 del 21/07/2005)

**CLASSI DI PERMEABILITA'**

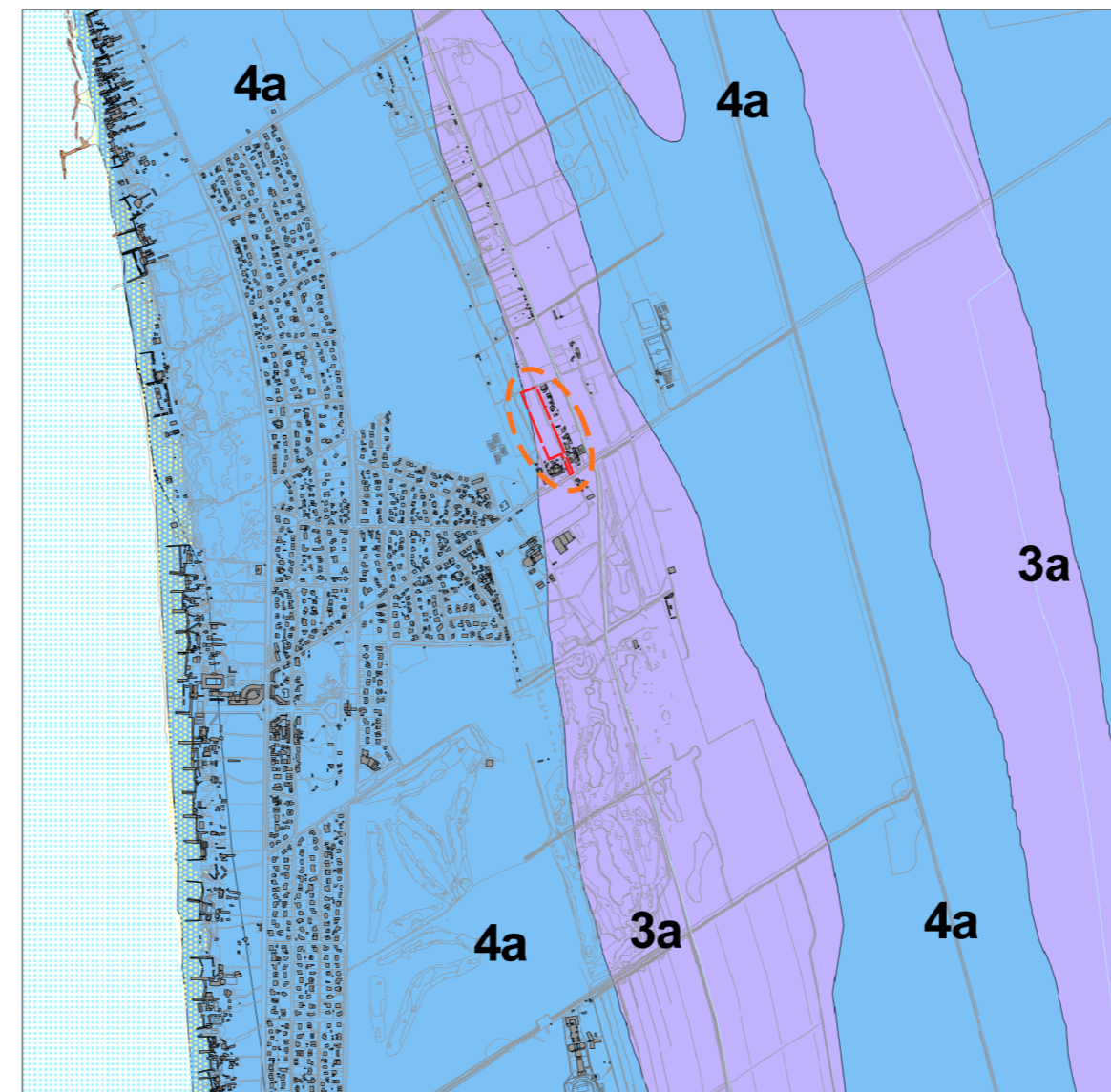
- Classe 4 - PERMEABILITA' ELEVATA**  
Paleovalve, dune costiere e sedimenti prevalentemente sabbiosi con presenza di falda freatica prossima al p.c.
- Classe 2 - PERMEABILITA' BASSA**  
Sedimenti prevalentemente limosi generalmente privi di falda freatica. (Vedi Nota nell'estratto della Carta Idrogeologica del Piano Strutturale Comunale)



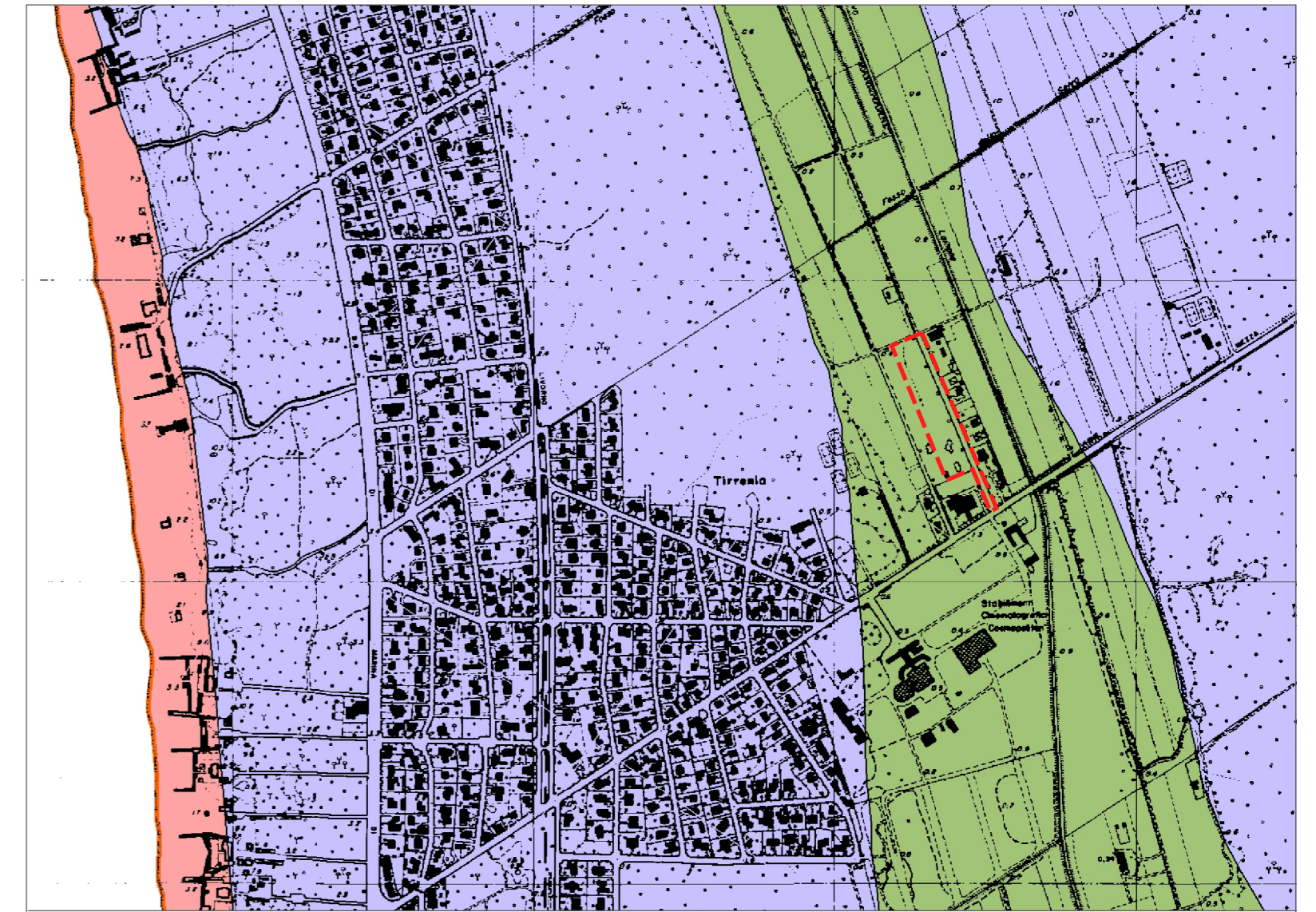
**ESTRATTO CARTA LITOTECNICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE - SCALA 1 : 10.000**  
(Approvato con Del.C.C. n°103 del 02/10/1998)

- S - Sabbie.** Terreni costituiti prevalentemente da sabbie con intercalazioni di sabbie limose talvolta con Lamellibranchi, di colore marrone chiaro-nocciola negli strati più superficiali e grigio in quelli più profondi. La resistenza alla punta del penetrometro statico "Rp" nei primi 10,00 m di profondità è generalmente maggiore di 45,00 kg/cmq. L'angolo di attrito interno "φ" delle sabbie risulta variabile tra 29° e 43° mentre la coesione "C" degli strati sabbiosi è da considerarsi nulla. Il peso di volume "γ" varia da 1,80 kg/dmc, per le sabbie limose, a 2,08 kg/dmc per le sabbie pure, maggiormente addensate. La densità relativa (Dr) varia da un minimo di circa 52% fino ad un massimo, in alcuni casi, di 100%.
- SI - Sabbie fini limose.** Si tratta di sabbie fini spesso limose, talvolta con intercalazioni limose o argillose. Per quanto riguarda le sabbie, l'angolo di attrito interno "φ" varia generalmente tra 25° e 33°, mentre la coesione "C" è nulla. La densità relativa "Dr" è compresa tra 10 e 50% ed il coefficiente di compressibilità volumetrica "mv" varia tra circa 0,013 e 0,040 cmq/kg nelle frazioni più argillose

**NOTA** : La presenza di tali litologie è stata confermata anche dalle indagini geognostiche eseguite in situ, a supporto del presente Piano Attuativo.



**ESTRATTO CARTA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA DI SINTESI  
DELLA VARIANTE PARZIALE AL R.U. COMUNALE - SCALA 1 : 25.000**  
(Adottata con Del.C.C. n°48 del 21/07/2005)



**ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE - SCALA 1 : 10.000**  
(Approvato con Del.C.C. n°103 del 02/10/1998)

- Sedimenti a permeabilità primaria (per porosità) medio elevata
- Sedimenti a permeabilità primaria (per porosità) media
- Sedimenti praticamente impermeabili

**NOTA per eventuale AGGIORNAMENTO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE** : Le indagini geognostiche eseguite in sito hanno evidenziato che l'area in oggetto è caratterizzata da sedimenti sabbiosi, a tratti più o meno limosi, che dal piano campagna si spingono fino alla profondità di circa -11,60 / -11,80 m, ed al cui interno è contenuta la falda freatica il cui livello è stato rilevato alla quota di -0,60 / -0,65 m dal p.c. (24/10/2006). Pertanto si tratta di litologie a media e/o medio-bassa permeabilità, in funzione del contenuto della frazione limosa, e non praticamente impermeabili come sostenuto nella attuale Carta Idrogeologica del P.S. Comunale. Le litologie argillose sono presenti al di sotto di queste sabbie e si mantengono fino alla profondità di almeno -30,00 m (massima profondità d'indagine).

Comparto soggetto a Piano Attuativo  
(Scheda Norma N°39.1 - R.U. Comunale)

**VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA (ai sensi delle N.T. del P.T.C.)**

**CLASSI DI VULNERABILITA' (art.9 del P.T.C.)**

- Classe 3a : Vulnerabilità Media** - La risorsa prevede un grado di protezione non sufficiente a proteggerla dall'arrivo degli inquinanti: I tempi di arrivo in falda variano tra 15 e 30 giorni. Questa classe comprende le falde libere in materiale alluvionale mediamente permeabile con falda prossima al p.c.; le falde idriche in materiali a permeabilità medio-bassa con piezometria depressa per cause naturali; le falde idriche sospese nei terrazzi alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi.
- Classe 4a : Vulnerabilità Elevata** - La risorsa idrica presenta una protezione insufficiente, tanto che il tempo di arrivo dell'inquinante è compreso tra 1 e 7 giorni. Si tratta di aree di ricarica di acquiferi confinati a media permeabilità; di aree interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al p.c. e di aree costituite da terrazzi alluvionali antichi formati da litologie molto permeabili e direttamente collegati all'acquifero principale.





- COMUNE DI PISA -

PROVINCIA DI PISA

Frazione : Tirrenia  
Via delle Giunchiglie



**PROPONENTE / COMMITTENTE:**  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa

PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENIA)  
DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE  
VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENIA - PISA  
- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'**  
(D.M.LL.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)

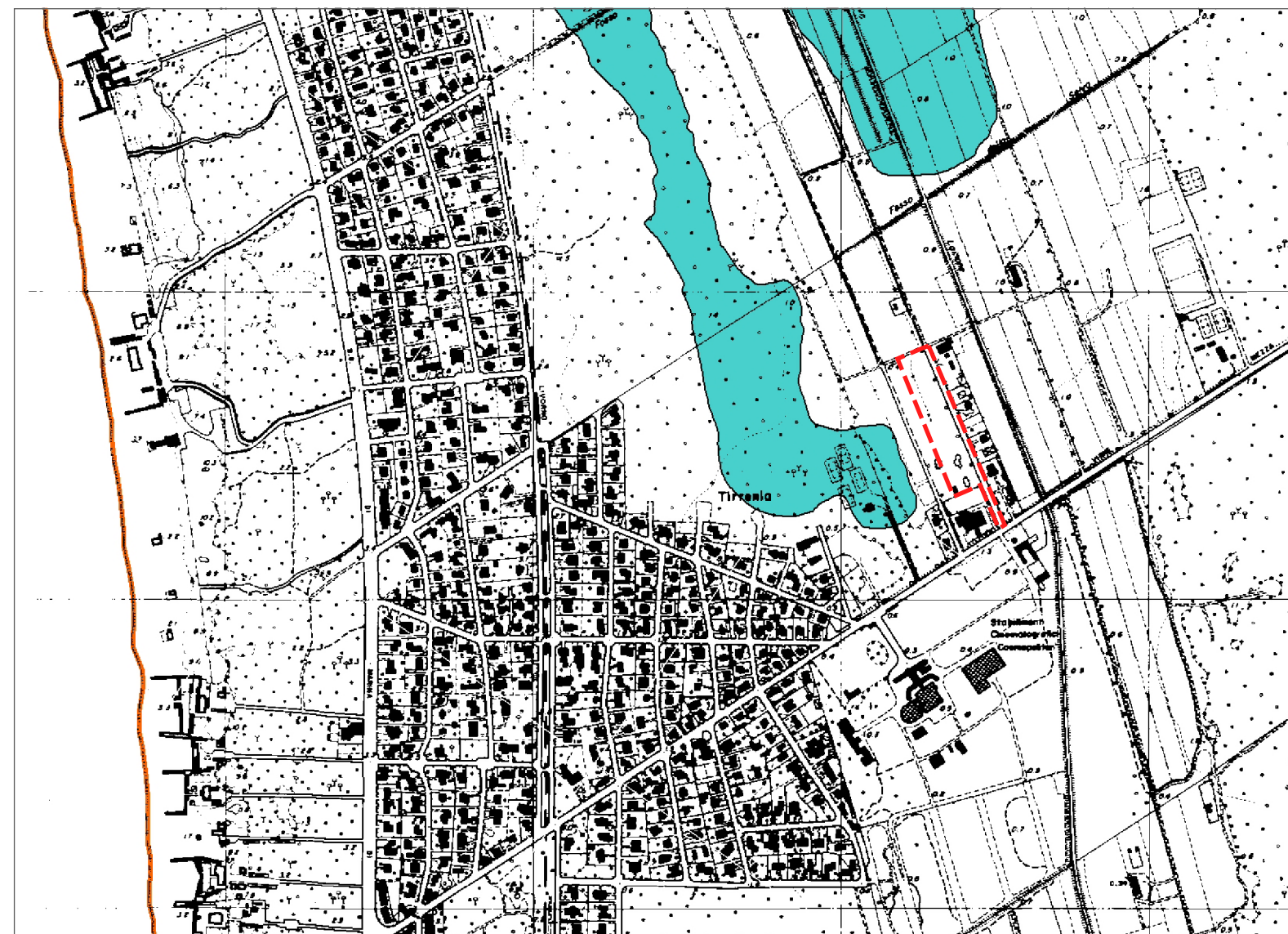
**TAVOLA : N° 5/G**

- ESTRATTI CARTOGRAFICI DEL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE VIGENTE :
  - CARTA DELLE AREE ALLAGABILI, SCALA 1 : 10.000;
  - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA, SCALA 1 : 10.000;
- ESTRATTI CARTOGRAFICI DEL PIANO DI BACINO DEL F.ARNO (P.A.I. - PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO - AUTORITA' DI BACINO DEL F.ARNO) :
  - CARTA DELLE PERIMETRAZIONI DELLE AREE CON PERICOLOSITA' IDRAULICA, SCALA 1 : 25.000 - LIVELLO DI SINTESI;
- ESTRATTI CARTOGRAFICI DEL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE VIGENTE :
  - CARTA DELLA FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI, SCALA 1 : 5.000;

Novembre 2006

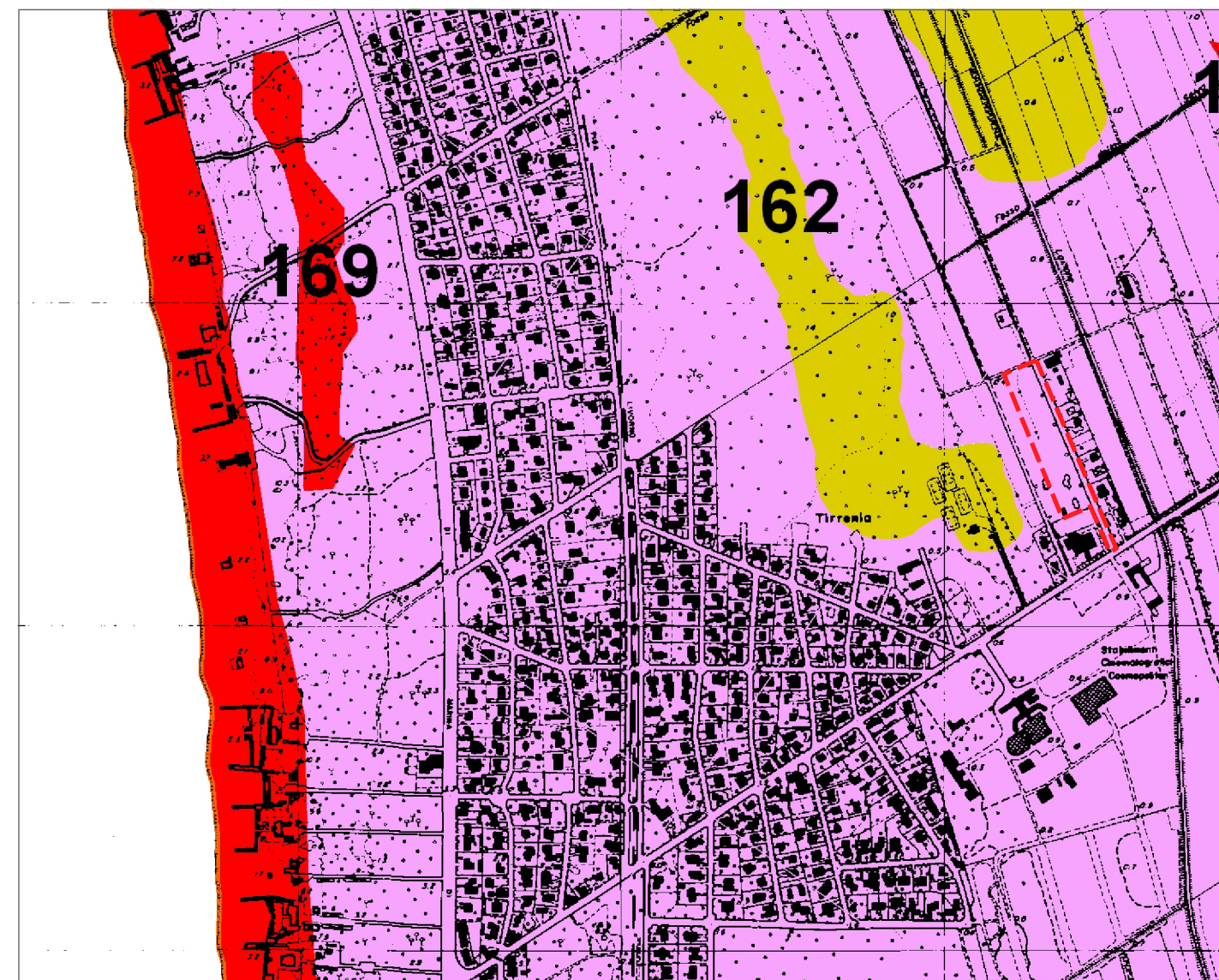
Luca Pignatelli - Geologo  
Via Caduti del Lavoro, n° 9 - 56122 - Pisa  
Tel. / fax : 050 525458 - email : luca.geo.pi@iol.it

La presente tavola è di proprietà dello Studio Dott.Geol. Luca Pignatelli e non potrà essere riprodotta o comunicata a terzi senza autorizzazione della proprietà stessa.



**ESTRATTO CARTA AREE ALLAGABILI DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE - SCALA 1 : 10.000**  
(Approvato con Del.C.C. n°103 del 02/10/1998)

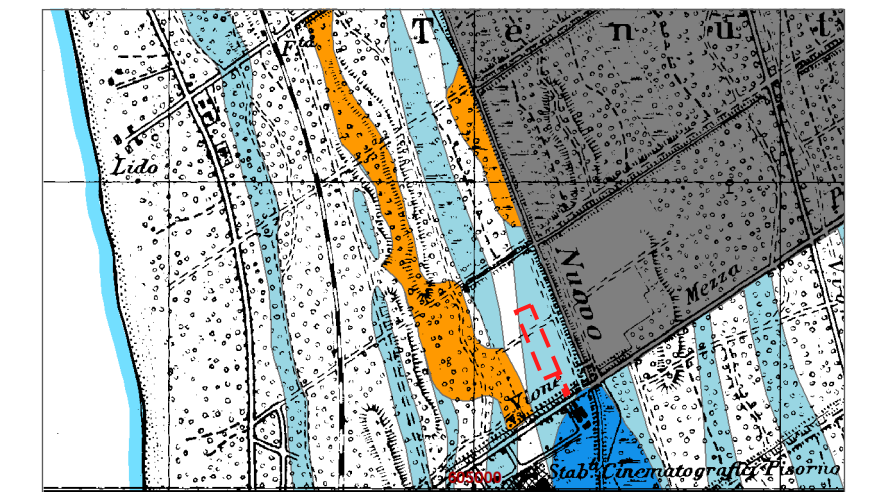
Aree soggette a ristagno per difficoltoso drenaggio delle acque in caso di eventi piovosi intensi



**ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL PIANO STRUTTURALE COMUNALE - SCALA 1 : 10.000**

- Classe 3a - PERICOLOSITA' MEDIO-BASSA** : zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità maggiori di -2,00 m dal p.c.
- Classe 3b - PERICOLOSITA' MEDIA** : zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità comprese tra -1,00 e -2,00 m dal p.c.; oppure zone soggette ad allagamenti per difficoltoso drenaggio in caso di eventi piovosi intensi.

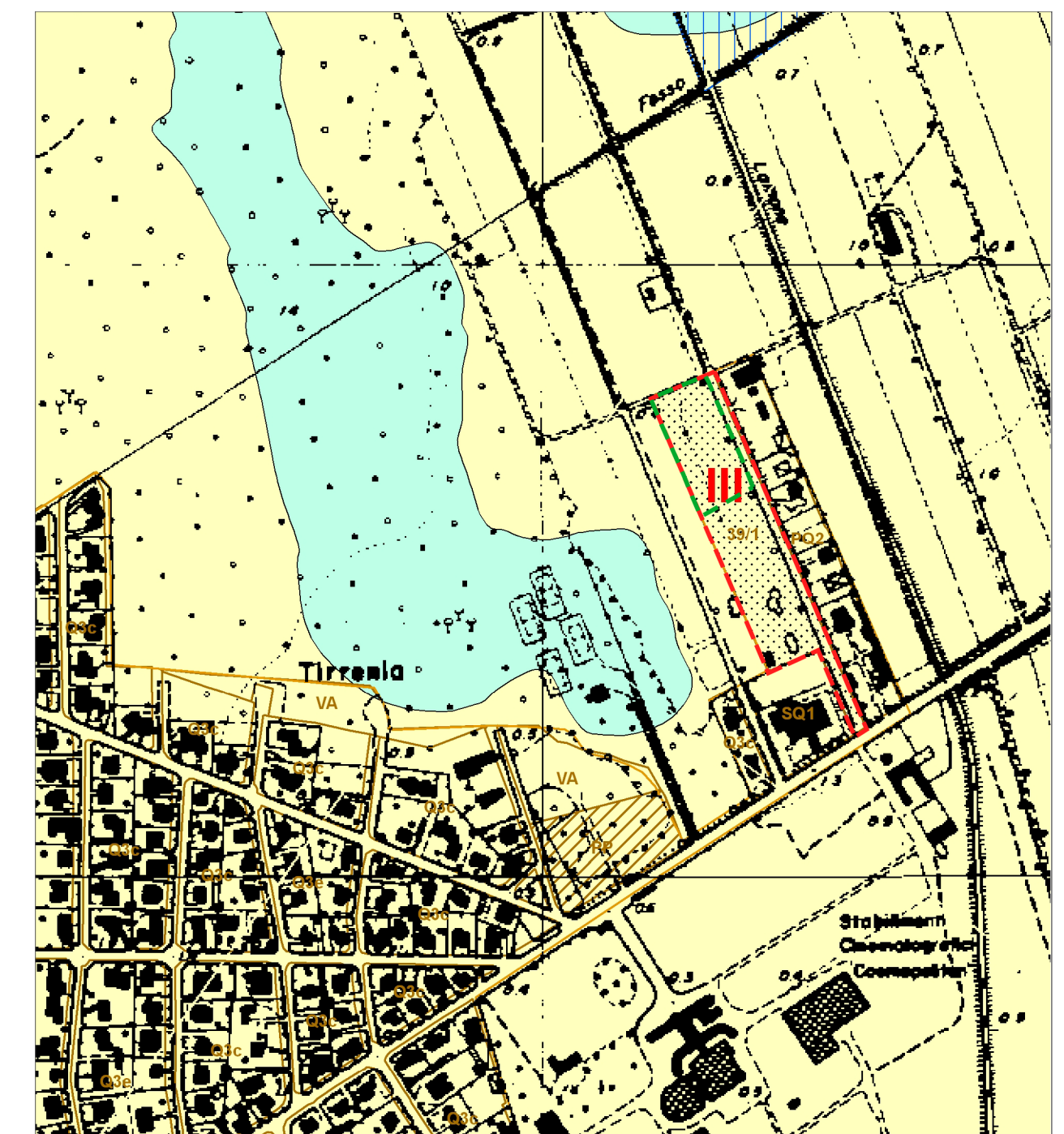
**162 - (CLASSE 3b) - Zona soggetta a ristagno**



**ESTRATTO CARTA PERIMETRAZIONI AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA DEL P.A.I. F.Arno - SCALA 1 : 25.000 - LIVELLO DI SINTESI -**

Comparto oggetto del Piano Attuativo Scheda Norma 39.1 - R.U. Comunale (Tirrenia - Via delle Giunchiglie)

Sub-comparto oggetto della presente indagine geologico-tecnica (Particella 350 - Foglio 85 - Comune di Pisa)



**ESTRATTO CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E DELLA FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI DEL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE VIGENTE - SCALA 1 : 5.000**

**CLASSE DI PERICOLOSITA' 3a - Pericolosità Medio-Bassa**

**CLASSE DI FATTIBILITA' 3 - Fattibilità Condizionata. Rischio Medio-Alto**  
La Fattibilità degli interventi è condizionata unicamente per problemi di natura idraulica, ossia di eventuale inefficienza di smaltimento delle acque meteoriche da parte della rete di scolo circostante, con possibilità di ristagni.  
Gli interventi edilizi che prevedono solamente opere fuori terra, sono attuabili a condizione che venga predisposta un'indagine di dettaglio a livello di area complessiva volta a verificare la consistenza della rete di scolo e prevedere eventuali adeguamenti.  
Per le opere in seminterrato, gli interventi sono fattibili a condizione di ottemperare all'art.1.0.1.2 delle N.T.A del Regolamento Urbanistico Comunale : "Prescrizioni specifiche per opere sotto il piano di campagna" (vedi Scheda Norma 39.1. e N.T.A. del R.U. Comunale)



- COMUNE DI PISA -

PROVINCIA DI PISA

Frazione : Tirrenia  
Via delle Giunchiglie



**PROPONENTE / COMMITTENTE:**  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa

PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENIA)  
DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE  
VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENIA - PISA  
- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'**  
(D.M.LL.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)

**TAVOLA : N° 6/G**

- CLASSIFICAZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO DA PROVA PENETROMETRICA STATICA "CPT", (DIAGRAMMA DI SCHMERTMANN);

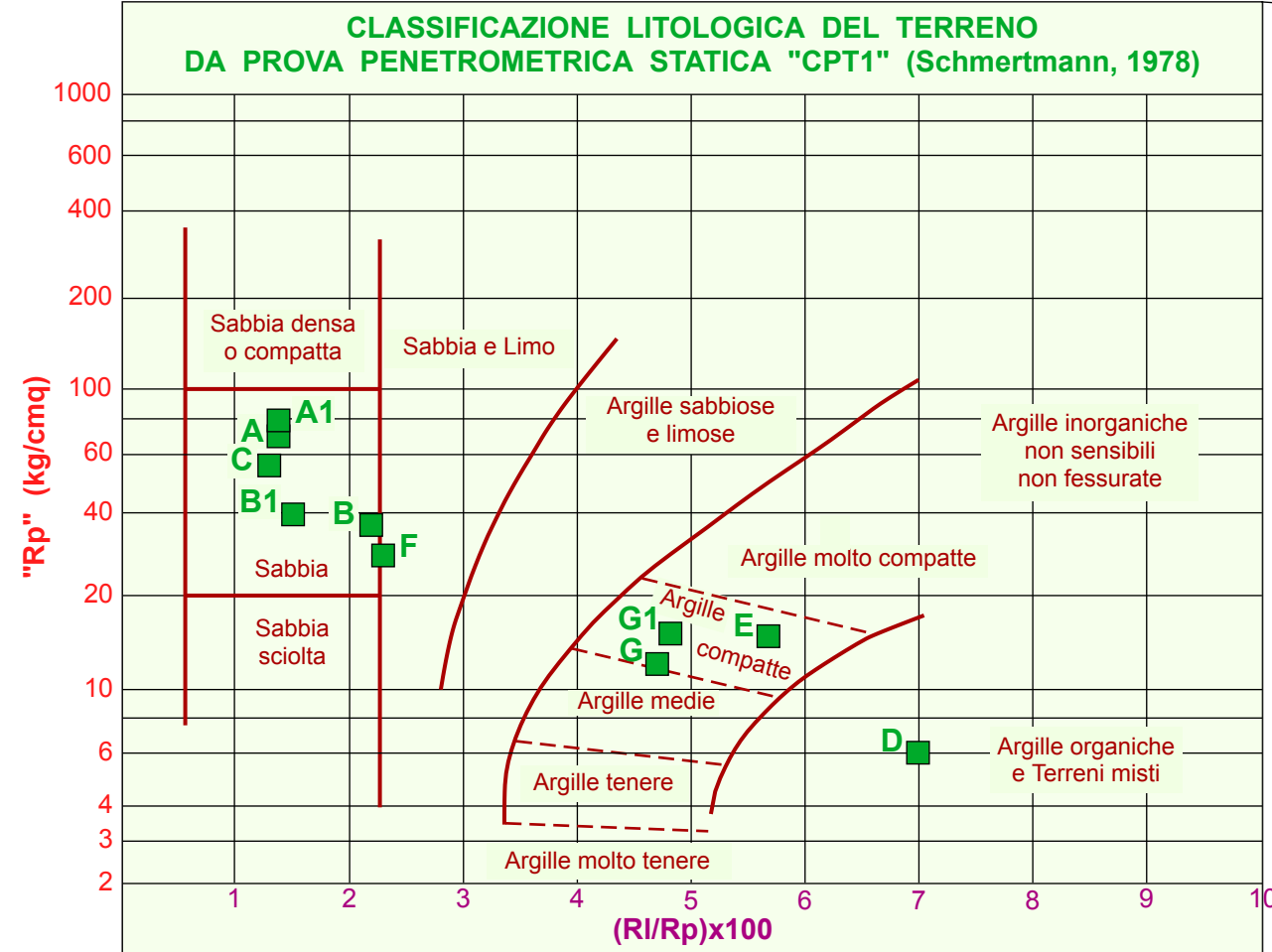
- LOG LITOSTRATIGRAFICI DERIVATI DALL'INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1, CPT2, CPT3 E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA MEDIA DEI TERRENI INDAGATI;

Novembre 2006

Luca Pignatelli - Geologo  
Via Caduti del Lavoro, n° 9 - 56122 - Pisa  
Tel. / fax : 050 525458 - email : luca.geo.pi@iol.it

Rp = resistenza alla punta media del penetrometro statico (kg/cmq);  
Rl = resistenza laterale media al manicotto della punta Begemann (kg/cmq);  
F.R. = rapporto di frizione (rapporto Begemann);  
Cu = coesione non drenata media (kg/cmq);  
φ = angolo di attrito interno medio (°);  
γ = peso di volume naturale medio (kg/dmc);  
Dr = densità relativa (%);  
mv = coefficiente di compressibilità volumetrica medio (cmq/t).

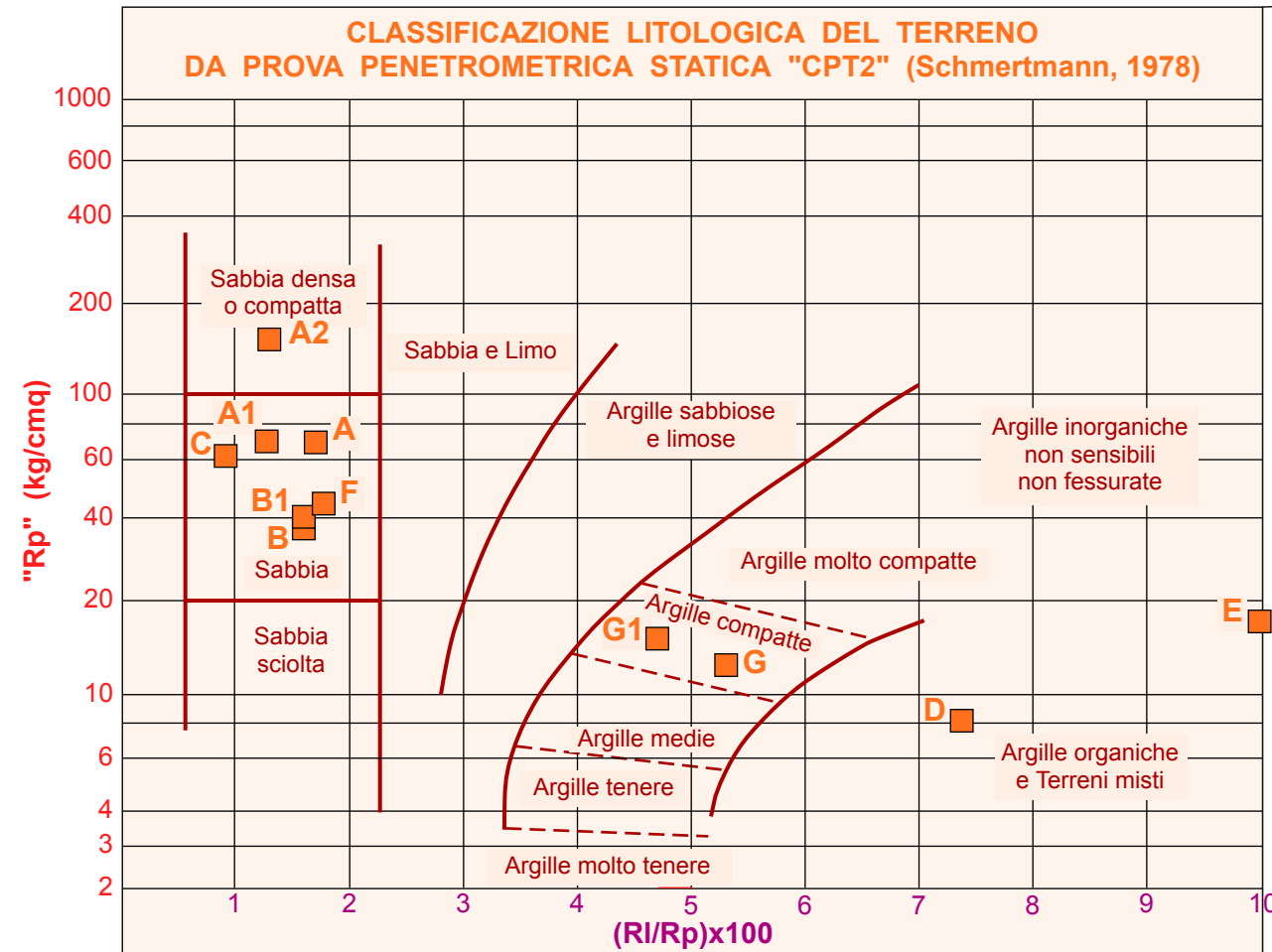
La presente tavola è di proprietà dello Studio Dott.Geol. Luca Pignatelli e non potrà essere riprodotta o comunicata a terzi senza autorizzazione della proprietà stessa.



**LITOSTRATIGRAFIA MEDIA DERIVATA - secondo il diagramma di Schmertmann -**

**CPT1 (-30,00 m dal p.c.)**

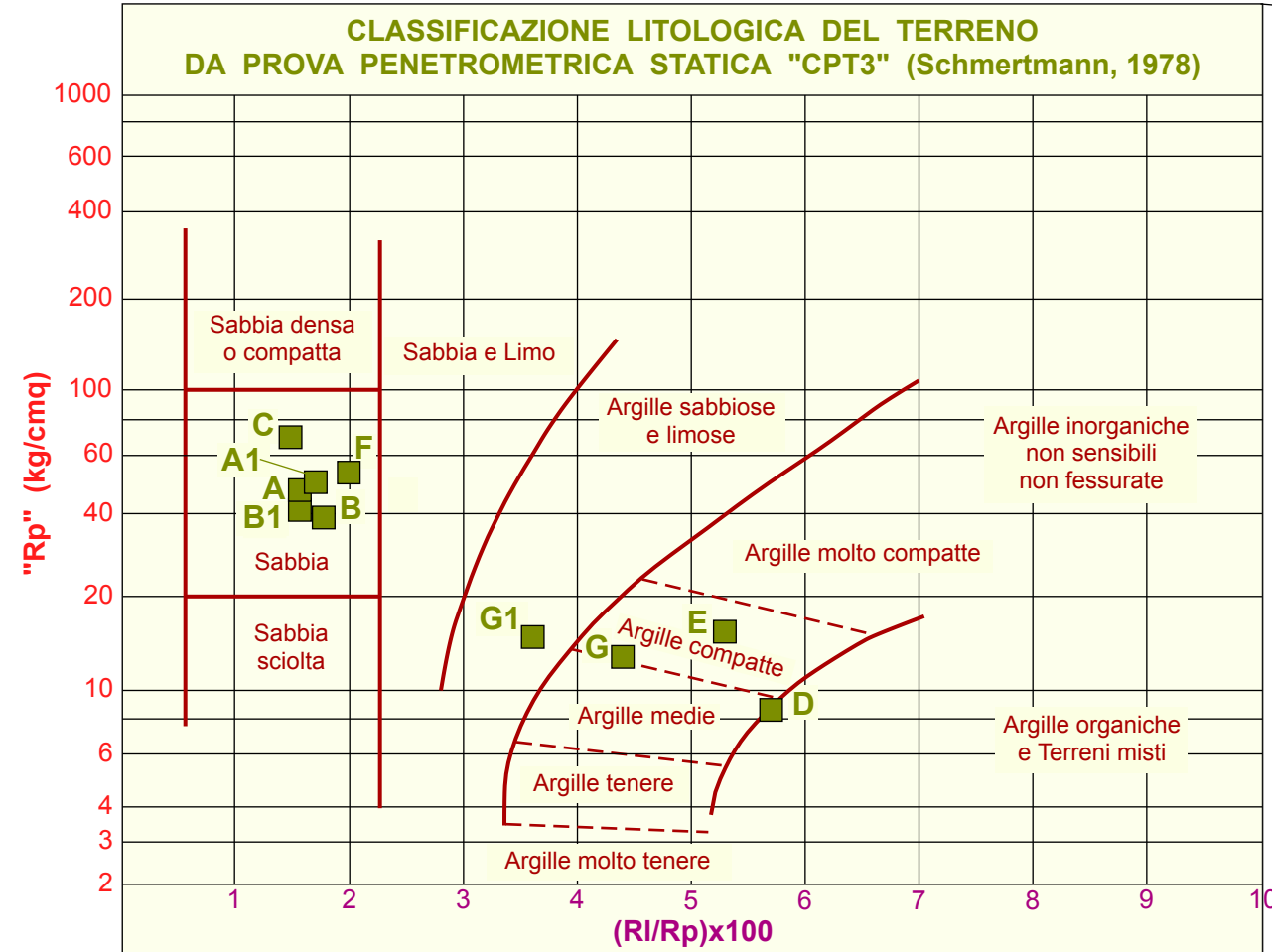
LITOSTRATIGRAFIA MEDIA DERIVATA	INTERVALLI DI PROFONDITA' (m dal p.c.)	"Rp" (Kg/cmq)	"F.R." = (Rl/Rp)x100	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI				
		Valori medi	Valori medi	Cu (kg/cmq)	φ (°)	γ (kg/dmc)	Dr (%)	mv (cmq/t)
<b>A</b> (A) : Sabbie mediamente addensate, a tratti limose;	<b>A</b> 0,80 - 2,20	68,80	1,40	0,00	35-38	1,95	55-60	5,00
<b>B</b> (B) : Sabbie prevalentemente limose, da debolmente a mediamente addensate;	<b>B</b> 2,20 - 6,00	37,00	2,20	0,00	32-35	1,80	40-45	9,60
<b>C</b> (C) : Sabbie mediamente addensate;	<b>C</b> 6,00 - 6,60	55,60	1,30	0,00	35-37	1,85-1,90	50-55	6,20
<b>B1</b> (B1) : Sabbie da debolmente a mediamente addensate, con livelletti limosi;	<b>B1</b> 6,60 - 11,60	39,40	1,50	0,00	32-35	1,80	40-45	8,80
<b>D</b> (D) : Argille organiche/torbose, plastiche;	<b>D</b> 11,60 - 14,80	7,90	7,00	0,25	-----	1,55-1,60	-----	35,00
<b>A1</b> (A1) : Sabbie da mediamente addensate ad addensate;	<b>A1</b> 14,80 - 15,40	78,80	1,40	0,00	35-38	2,00	55-60	4,50
<b>E</b> (E) : Argille da mediamente compatte a compatte;	<b>E</b> 15,40 - 16,00	15,50	5,70	0,55-0,60	-----	1,85-1,90	-----	20,00
<b>F</b> (F) : Sabbie ± limose debolmente addensate, con livelletti argillosi;	<b>F</b> 16,00 - 16,80	29,50	2,30	0,00	28-30	1,75	25-30	12,00
<b>G</b> (G) : Argille mediamente compatte con livelletti limo-sabbiosi ed organici/torbose (terreni misti);	<b>G</b> 16,80 - 26,40	12,50	4,70	0,45	-----	1,85-1,90	-----	23,00
<b>G1</b> (G1) : Argille debolmente limose da mediamente compatte a compatte;	<b>G1</b> 26,40 - 30,00	15,70	4,80	0,55	-----	1,90	-----	19,60



**LITOSTRATIGRAFIA MEDIA DERIVATA - secondo il diagramma di Schmertmann -**

**CPT2 (-30,00 m dal p.c.)**

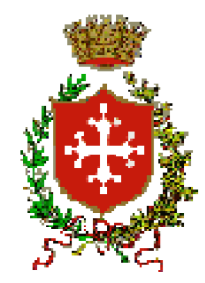
LITOSTRATIGRAFIA MEDIA DERIVATA	INTERVALLI DI PROFONDITA' (m dal p.c.)	"Rp" (Kg/cmq)	"F.R." = (Rl/Rp)x100	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI				
		Valori medi	Valori medi	Cu (kg/cmq)	φ (°)	γ (kg/dmc)	Dr (%)	mv (cmq/t)
<b>A2</b> (A2) : Sabbie molto addensate (probabilmente miste a riporto);	<b>A2</b> 0,60 - 1,20	158,90	1,30	0,00	40-45	2,10	85-90	2,10
<b>A</b> (A) : Sabbie mediamente addensate, a tratti limose;	<b>A</b> 1,20 - 2,00	68,60	1,70	0,00	35-38	1,95	55-60	5,00
<b>B</b> (B) : Sabbie da debolmente a mediamente addensate, a tratti limose, con livelletti organici/torbose;	<b>B</b> 2,00 - 5,40	37,10	1,60	0,00	32-35	1,80	40-45	8,50
<b>C</b> (C) : Sabbie mediamente addensate, a tratti più addensate, con livelletti di argille organiche/torbose (terreni misti?);	<b>C</b> 5,40 - 6,40	62,60	0,90	0,00	35-38	1,90	55-60	5,40
<b>B1</b> (B1) : Sabbie da debolmente a mediamente addensate, a tratti limose, con livelletti organici/torbose;	<b>B1</b> 6,40 - 11,80	40,00	1,60	0,00	32-35	1,80	40-45	8,70
<b>D</b> (D) : Argille organiche/torbose, plastiche;	<b>D</b> 11,80 - 15,00	8,30	7,40	0,25-0,28	-----	1,60	-----	31,50
<b>A1</b> (A1) : Sabbie mediamente addensate, con livelletti limosi;	<b>A1</b> 15,00 - 15,60	68,40	1,30	0,00	35-38	1,95	55-60	4,90
<b>E</b> (E) : Argille compatte, con livelletti organici/torbose (terreni misti);	<b>E</b> 15,60 - 16,00	17,70	10	0,65	-----	1,70-1,80	-----	21,00
<b>F</b> (F) : Sabbie mediamente addensate, a tratti limose;	<b>F</b> 16,00 - 16,80	43,50	1,80	0,00	32-35	1,90-1,95	40-45	8,70
<b>G</b> (G) : Argille mediamente compatte, a tratti limose, con frequenti livelletti organici/torbose e sabbioso-limosi verso l'alto;	<b>G</b> 16,80 - 26,80	13,00	5,30	0,45	-----	1,90	-----	22,30
<b>G1</b> (G1) : Argille ± limose da mediamente compatte a compatte;	<b>G1</b> 26,80 - 30,00	15,70	4,70	0,50-0,55	-----	1,90	-----	19,50



**LITOSTRATIGRAFIA MEDIA DERIVATA - secondo il diagramma di Schmertmann -**

**CPT3 (-30,00 m dal p.c.)**

LITOSTRATIGRAFIA MEDIA DERIVATA	INTERVALLI DI PROFONDITA' (m dal p.c.)	"Rp" (Kg/cmq)	"F.R." = (Rl/Rp)x100	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI				
		Valori medi	Valori medi	Cu (kg/cmq)	φ (°)	γ (kg/dmc)	Dr (%)	mv (cmq/t)
<b>A</b> (A) : Sabbie da debolmente a mediamente addensate, a tratti limose;	<b>A</b> 0,60 - 1,80	47,50	1,60	0,00	33-35	1,85	45-50	7,10
<b>B</b> (B) : Sabbie da debolmente a mediamente addensate, a tratti limose;	<b>B</b> 1,80 - 4,60	39,50	1,80	0,00	32-35	1,80	40-45	9,20
<b>C</b> (C) : Sabbie mediamente addensate, a tratti limose;	<b>C</b> 4,60 - 6,60	68,90	1,50	0,00	36-38	1,95-2,00	50-55	5,10
<b>B1</b> (B1) : Sabbie da debolmente a mediamente addensate, a tratti limose, con livelletti argilloso-limosi ed organici-torbose;	<b>B1</b> 6,60 - 11,60	40,60	1,60	0,00	32-35	1,80	40-45	9,60
<b>D</b> (D) : Argille ± organiche/torbose, plastiche;	<b>D</b> 11,60 - 14,00	8,50	5,70	0,30	-----	1,65-1,70	-----	31,00
<b>A1</b> (A1) : Sabbie mediamente addensate, a tratti limose;	<b>A1</b> 14,00 - 15,40	50,20	1,70	0,00	34-36	1,85	45-50	7,00
<b>E</b> (E) : Argille da mediamente compatte a compatte;	<b>E</b> 15,40 - 16,00	16,20	5,30	0,60	-----	1,85	-----	23,10
<b>F</b> (F) : Sabbie mediamente addensate, a tratti limose;	<b>F</b> 16,00 - 16,80	52,20	2,00	0,00	34-36	1,85-1,90	50-55	6,50
<b>G</b> (G) : Argille debolmente limose, mediamente compatte, con livelletti sabbiosi ed organici/torbose;	<b>G</b> 16,80 - 26,60	13,60	4,40	0,45	-----	1,90	-----	23,40
<b>G1</b> (G1) : Argille limose e sabbiose da mediamente compatte a compatte;	<b>G1</b> 26,60 - 30,00	15,70	3,60	0,55	-----	1,90	-----	19,50



- COMUNE DI PISA -

PROVINCIA DI PISA

Frazione : Tirrenia  
Via delle Giunchiglie



**PROPONENTE / COMMITTENTE:**  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa

PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENIA)  
DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE  
VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENIA - PISA  
- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'  
(D.M.LL.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)

**TAVOLA : N° 7/G**

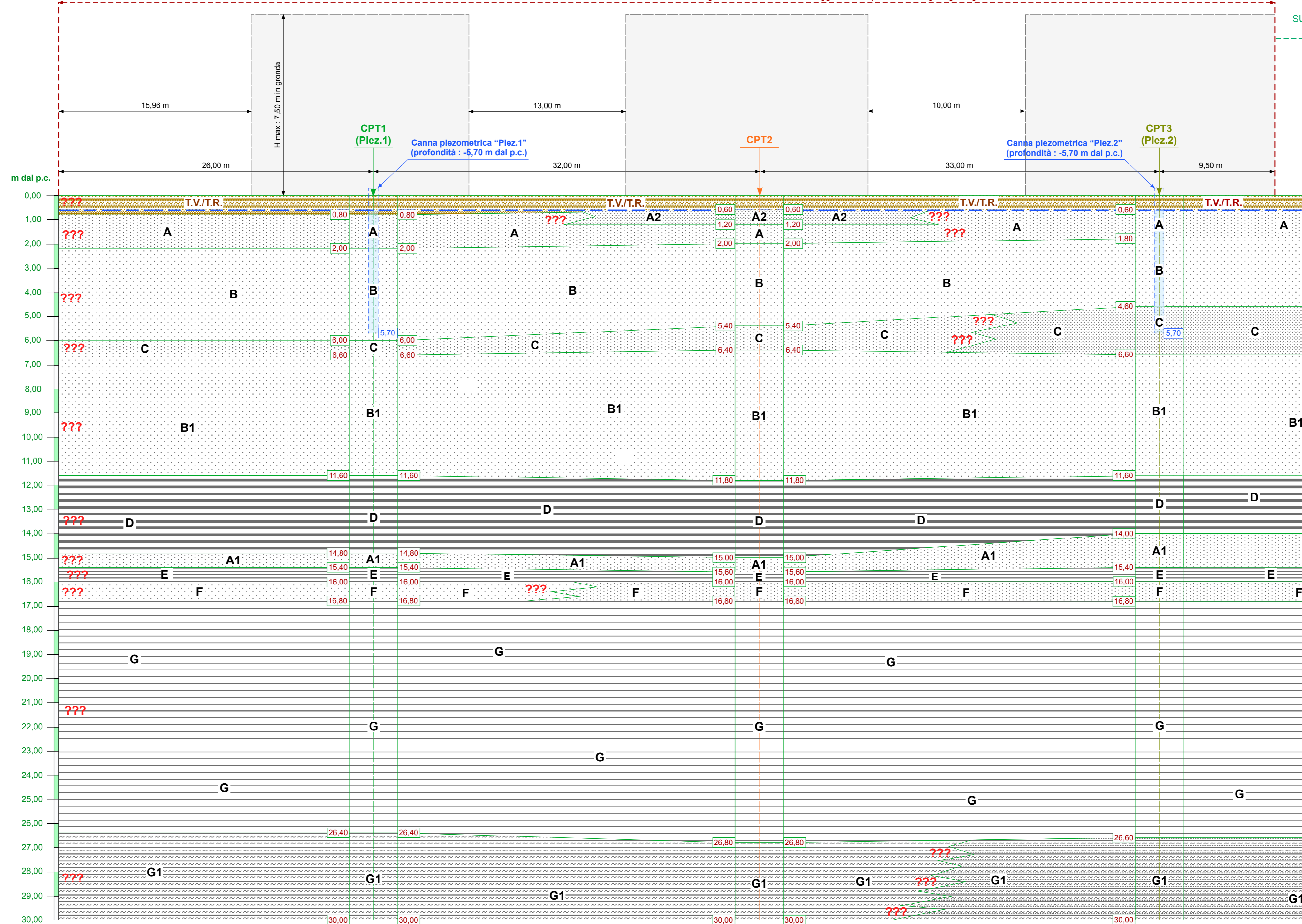
- SEZIONE LITOTECNICA INTERPRETATIVA A-A',  
SCALA VERTICALE 1 : 100, SCALA ORIZZONTALE 1 : 200;  
CORRELAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE TRA LE PROVE  
PENETROMETRICHE STATICHE CPT1 - CPT2 - CPT3  
E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA MEDIA;

Novembre 2006

Luca Pignatelli - Geologo  
Via Caduti del Lavoro, n° 9 - 56122 - Pisa  
Tel. / fax : 050 525458 - email : luca.geo.pi@iol.it

La presente tavola è di proprietà dello Studio Dot.Geol. Luca Pignatelli e non potrà essere riprodotta o comunicata a terzi senza autorizzazione della proprietà stessa.

A (NNE) AREA PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA 39.1 - SUB-COMPARTO : Particella 350 - Foglio 85 - Comune di Pisa, oggetto della presente indagine geologico-tecnica A' (SSO)



SUB-COMPARTO : Particella 349 - Foglio 85, non oggetto della presente indagine (porzione di area soggetta a Piano Attuativo - Scheda Norma 39.1)

L.F.: -0,60  
Livello di falda rilevato nelle canne piezometriche installate nei perfori della CPT1 (Piez.1) e CPT2 (Piez.2) : -0,60 m dal p.c. (24/10/2006)

NOTA : I due saggi eseguiti con il miniescavatore in prossimità della CPT1 e tra la CPT2 e CPT3 (vedi planimetria in tavola n° 2/G) hanno confermato tale livello di falda, con una oscillazione positiva di +5,00 cm (0,65 m dal p.c.), quasi certamente dovuta alla non omogeneità delle quote del piano di campagna.

**CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA MEDIA DEI TERRENI DERIVATA DALLE CORRELAZIONI TRA LE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1 - CPT2 - CPT3 (vedere anche tavola n° 6/G)**

(T.V./T.R.) : Terreno vegetale sabbioso-limoso e prevalentemente di riporto (materiale eterogranulare in matrice sabbioso-limoso)

(A) : Sabbie mediamente addensate, a tratti limose.  
Rp = 47,50-68,80 kg/cmq;  $\gamma = 1,85-1,95$  kg/dmc;  $\phi = 33-38^\circ$ , Dr = 45-60%; mv = 5,00-7,10 cmq/t.

(A2) : Sabbie molto addensate (probabilmente miste a riporto - CPT2).  
Rp = 158,90 kg/cmq;  $\gamma = 2,10$  kg/dmc;  $\phi = 40-45^\circ$ , Dr = 85-90%; mv = 2,10 cmq/t.

(B) : Sabbie  $\pm$  limose, da debolmente a mediamente addensate, a tratti con livelletti organici/torbosi (CPT2).  
Rp = 37,00-39,50 kg/cmq;  $\gamma = 1,80$  kg/dmc;  $\phi = 32-35^\circ$ , Dr = 40-45%; mv = 8,50-9,60 cmq/t.

(C) : Sabbie mediamente addensate, a tratti più addensate,  $\pm$  limose, con livelletti di argille organiche/torboscose (CPT2).  
Rp = 55,60-68,90 kg/cmq;  $\gamma = 1,85-2,00$  kg/dmc;  $\phi = 35-38^\circ$ , Dr = 50-60%; mv = 5,10-6,20 cmq/t.

(B1) : Sabbie da debolmente a mediamente addensate, a tratti limose, con livelletti argillo-limosi ed organici/torbosi (CPT2-CPT3).  
Rp = 39,40-40,60 kg/cmq;  $\gamma = 1,80$  kg/dmc;  $\phi = 32-35^\circ$ , Dr = 40-45%; mv = 8,70-9,60 cmq/t.

(D) : Argille organiche torbose, plastiche.  
Rp = 7,90-8,50 kg/cmq;  $\gamma = 1,55-1,65$  kg/dmc; Cu = 0,25-0,30 kg/cmq, mv = 31,00-35,00 cmq/t.

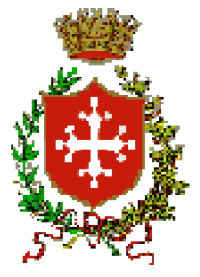
(A1) : Sabbie mediamente addensate, a tratti più addensate (CPT1),  $\pm$  limose.  
Rp = 50,20-78,80 kg/cmq;  $\gamma = 1,85-2,00$  kg/dmc;  $\phi = 35-38^\circ$ , Dr = 45-60%; mv = 4,50-7,00 cmq/t.

(E) : Argille compatte, con livelli organici/torbosi (terreni misti).  
Rp = 15,50-17,70 kg/cmq;  $\gamma = 1,85-1,90$  kg/dmc; Cu = 0,55-0,65 kg/cmq, mv = 20,00-23,10 cmq/t; ( $\gamma = 1,70-1,80$  in CPT2).

(F) : Sabbie da debolmente (CPT1) a mediamente addensate, a tratti limose, con livelletti argillosi.  
Rp = 29,50-52,20 kg/cmq;  $\gamma = 1,75-1,90$  kg/dmc;  $\phi = 32-36^\circ$ , Dr = 40-55%; mv = 6,50-12,00 cmq/t; ( $\phi = 28-30^\circ$  e Dr = 25-30% in CPT1)

(G) : Argille mediamente compatte, debolmente limose, con livelletti limo-sabbiosi ed organici/torbosi.  
Rp = 12,50-13,60 kg/cmq;  $\gamma = 1,85-1,90$  kg/dmc; Cu = 0,45-0,65 kg/cmq, mv = 22,30-23,40 cmq/t.

(G1) : Argille  $\pm$  limose, a tratti sabbiose, da mediamente compatte a compatte,  
Rp = 15,70 kg/cmq;  $\gamma = 1,90$  kg/dmc; Cu = 0,50-0,55 kg/cmq, mv = 19,50-19,60 cmq/t.



- COMUNE DI PISA -

PROVINCIA DI PISA

Frazione : Tirrenia  
Via delle Giunchiglie



PROPONENTE / COMMITTENTE:  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa

PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENA)  
DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE  
VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENA - PISA  
- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'  
(D.M.L.L.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)

TAVOLA : N° 8/G

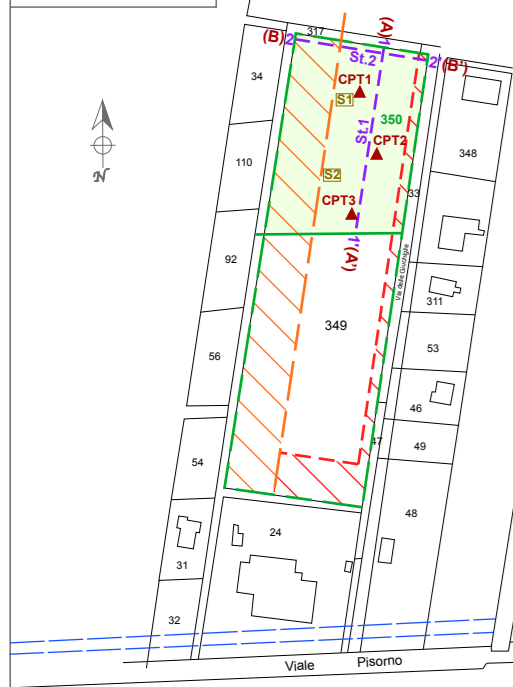
- SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA (N°1) 1-1', SCALA 1 : 200;

- SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°1 PROIETTATA IN TRASPARENZA SULLA SEZIONE GEOLITOLOGICA A-A', SCALA ORIZZONTALE 1 : 200, SCALA VERTICALE 1 : 100;

Novembre 2006

Luca Pignatelli - Geologo  
Via Caduti del Lavoro, n° 9 - 56122 - Pisa  
Tel. / fax : 050 525458 - email : luca.geo.pi@iol.it

SCALA 1 : 4.000



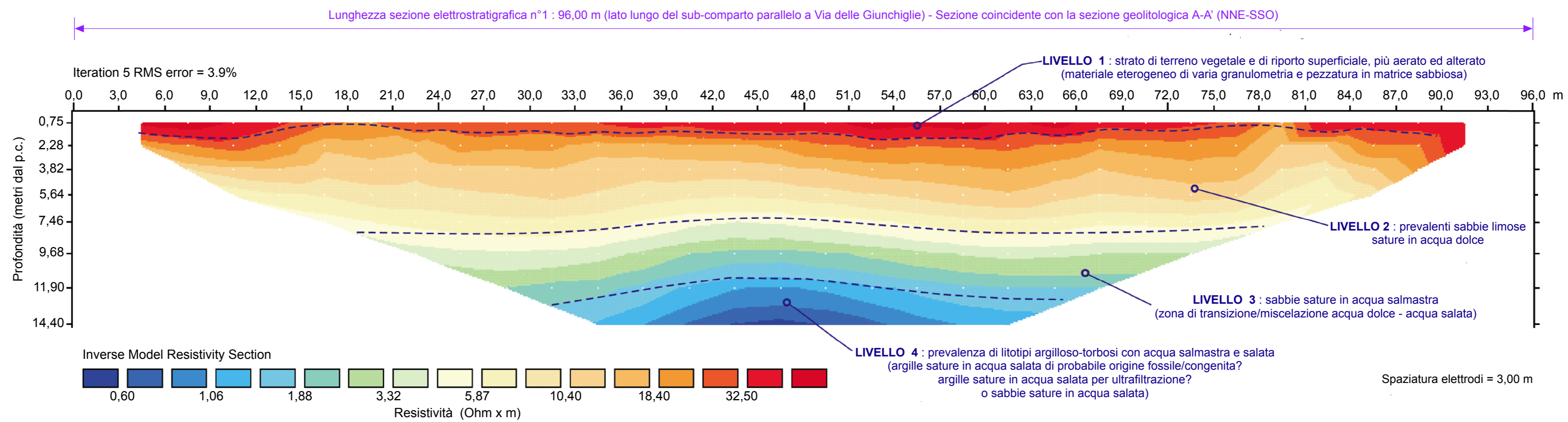
- CPT1** Prove penetrometriche statiche eseguite a supporto della presente indagine
- S1** Saggi con escavatore (S1, S2) e punti di prelievo acqua di falda freatica superficiale
- 1 st.1 - 1'** Stendimenti per tomografie elettriche (profili di resistività St.1, St.2) e tracce sezioni elettrostratigrafiche n°1 (1-1') e n°2 (2-2')
- (A-A') - (B-B')** Tracce sezioni geolittologiche
- 350** Sub-comparto di proprietà del Proponente oggetto del presente Piano Attuativo (Particella 350 - Foglio 85 - Comune di Pisa)

La presente tavola è di proprietà dello Studio Dott.Geo. Luca Pignatelli e non potrà essere riprodotta o comunicata a terzi senza autorizzazione della proprietà stessa.

1 (NNE)

### SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°1 (TOMOGRAFIA ELETTRICA) ED INTERPRETAZIONE

1' (SSO)



CONDUCIBILITA' ELETTRICA DELL'ACQUA DI FALDA MISURATA IN SITO				
Punto di prelievo	Profondità (m dal p.c.)	Livello falda (m dal p.c.)	Valori (*) (µS/cm)	Valori (**) (µS/cm)
Scavo S1	1,10	0,65	1.865	1.682
Scavo S2	1,10	0,65	1.716	1.584
Piezometro N°1 (prelievo fondo tubo)	5,70	0,60	2.310	2.084

Temperatura dell'acqua al prelievo : 17,2°C  
(\*) Valori normalizzati alla temperatura standard di 25°C  
(\*\*) Valori normalizzati alla temperatura standard di 20°C

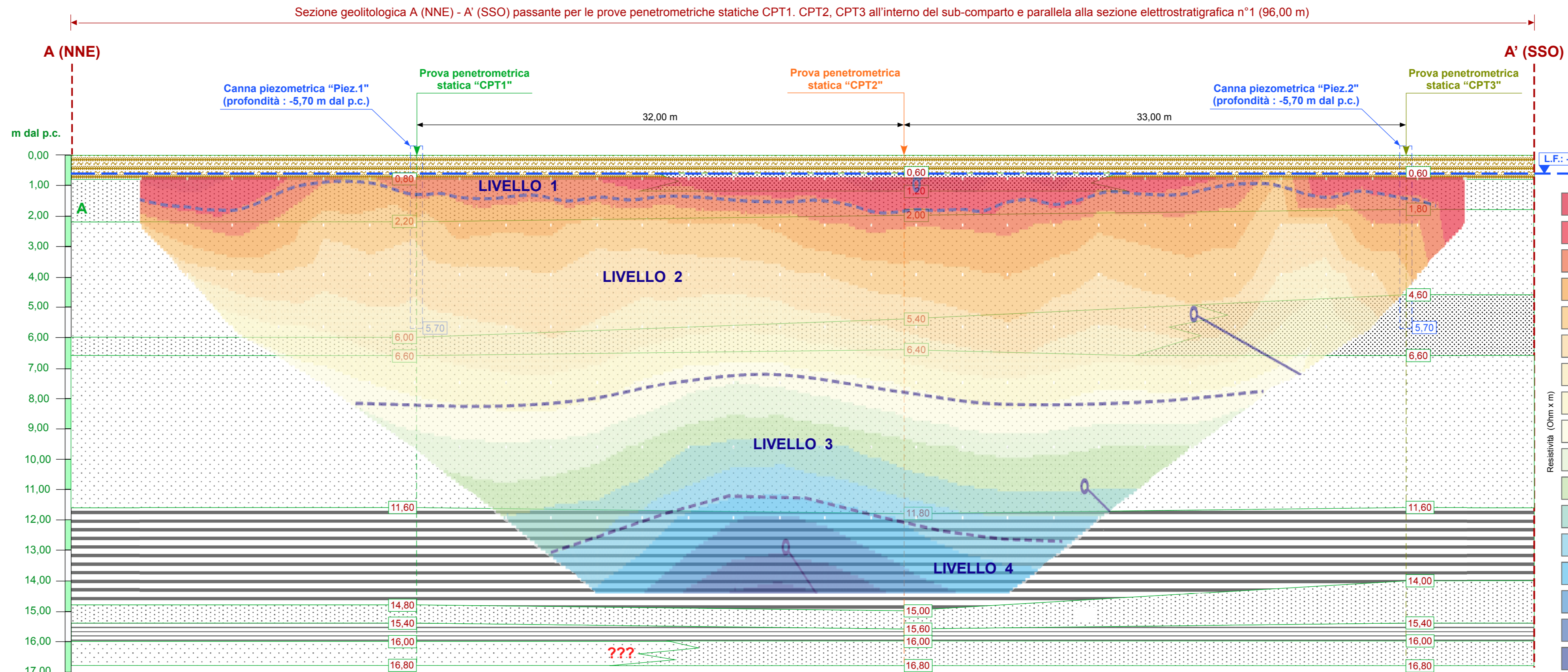
Conducibilità (µS/cm)	Salinità dell'acqua	Conducibilità (µS/cm)	Classificazione acque per uso irriguo (U.S. Department of Agriculture)
< 250	Bassa	500 - 3.000	<b>Classe 2</b> : da buona a dannosa, pericolosa per alcune colture sotto certe condizioni
250 - 750	Moderata		
750 - 2.250	Media	> 3.000	<b>Classe 3</b> : da dannosa ad inaccettabile; pericolosa per la maggior parte delle colture sotto molteplici aspetti
2.250 - 4.000	Alta		
4.000 - 6.000	Molto Alta		
> 6.000	Eccessiva		

Da Manuale di Geologia Agraria (Massimo Grecchi, Ed. GeoGraph - Segrate (MI) - 2006)

**NOTA** : La conducibilità elettrica rappresenta la totalità degli ioni presenti nelle acque e ne caratterizza quindi le proprietà chimico-fisiche. E' utilizzata come indicatore ambientale in quanto con un solo parametro si può avere una caratterizzazione, anche se sommaria, della qualità delle acque.

**I valori superiori a 1.000 µS/cm, a 20°C, sono indicativi di una mediocre qualità delle acque**, ed in ambienti di pianura sono riconducibili all'acquifero freatico superficiale in cui è assente una copertura impermeabile (argillosa) che faccia da barriera alla migrazione di inquinanti nel sottosuolo, come invece accade per gli acquiferi confinati, più profondi.

### SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°1 PROIETTATA IN TRASPARENZA SULLA SEZIONE GEOLITOLOGICA A-A'



### VALORI INDICATIVI DI RESISTIVITA' DELLE ACQUE E DEI TERRENI DA LETTERATURA SCIENTIFICA

ACQUA E LITOTIPI	Resistività (Ohm x m)
acqua di mare	0,18 - 0,24
acqua dolce di falda in alluvioni	10 - 30
acqua di fiume	20 - 60
sabbie e ghiaie asciutte	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup> / 100 - 7000
sabbie e ghiaie sature di acqua dolce	50 - 500 / 70 - 700 / 10 - 800
sabbie e ghiaie sature di acqua salata	0,5 - 5
sabbie sciolte	10 <sup>3</sup> - 8x10 <sup>4</sup>
argilla satura	2 - 20 / 1 - 50
suolo di copertura saturo	10 - 200
argilla	1 - 100

Da studi recenti relativi al "Monitoraggio del cuneo salino nella Laguna Veneta mediante tecniche tomografiche", nell'ambito di un progetto di ricerca del CORILA (Consorzio di Ricerche nella Laguna Veneta), risulta che :

- 1) i valori di resistività ≤ 1,50 - 2,00 Ohm x m si riferiscono a terreni saturi in acqua salata;
- 2) i valori di resistività ≥ 7,00 Ohm x m sono invece attribuibili a terreni saturi in acqua dolce.

Articolo pubblicato il 17/12/2005 - Numero 23 - Anno 3.  
Autori : Roberto de Franco e Giancarlo Biella, Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali - Milano

- Terreno di riporto eterogeneo in matrice prevalentemente sabbiosa ± limosa.
- Sabbie addensate.
- Sabbie mediamente addensate, a tratti limose.
- Sabbie prevalentemente limose, da debolmente a mediamente addensate.
- Argille organiche/torboscie, plastiche.
- Argille compatte, con livelli organici/torbosi (terreni misti).



- COMUNE DI PISA -

PROVINCIA DI PISA

Frazione : Tirrenia  
Via delle Giunchiglie



**PROPONENTE / COMMITTENTE:**  
**IMPRESA COSTRUZIONI BALDERESCHI R. S.a.s**  
Via F. Andò, n°5D - Marina di Pisa - Pisa

PIANO ATTUATIVO SCHEDA NORMA N° 39.1 - UTOE 39 (TIRRENIA)  
DEL P.R.G. - REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE  
VIA DELLE GIUNCHIGLIE - TIRRENIA - PISA  
- SUB-COMPARTO : PARTICELLA 350 - FOGLIO 85 - COMUNE DI PISA -

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'**  
(D.M.LL.PP. 11/03/88 - Del.C.R.T. n°94/85 - Del.C.R.T. n°12/00 "P.I.T." - Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale Comunale - Piano di Bacino del F.Arno stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I.)

**TAVOLA : N° 9/G**

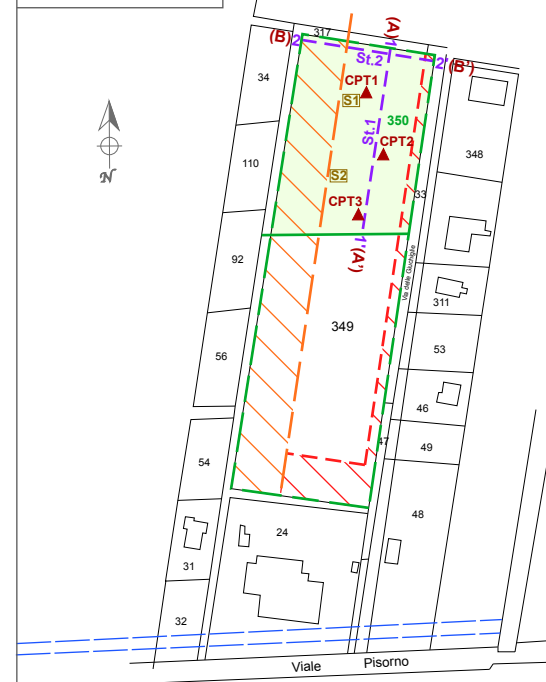
- SEZIONE ELETTROSTRATIGAFICA (N°2) 2-2', SCALA 1 : 200;

- SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°2 PROIETTATA IN TRASPARENZA  
SULLA SEZIONE GEOLITOLOGICA B-B', SCALA ORIZZONTALE 1 : 200,  
SCALA VERTICALE 1 : 100;

Novembre 2006

Luca Pignatelli - Geologo  
Via Caduti del Lavoro, n° 9 - 56122 - Pisa  
Tel. / fax : 050 525458 - email : luca.geo.pi@iol.it

SCALA 1 : 4.000



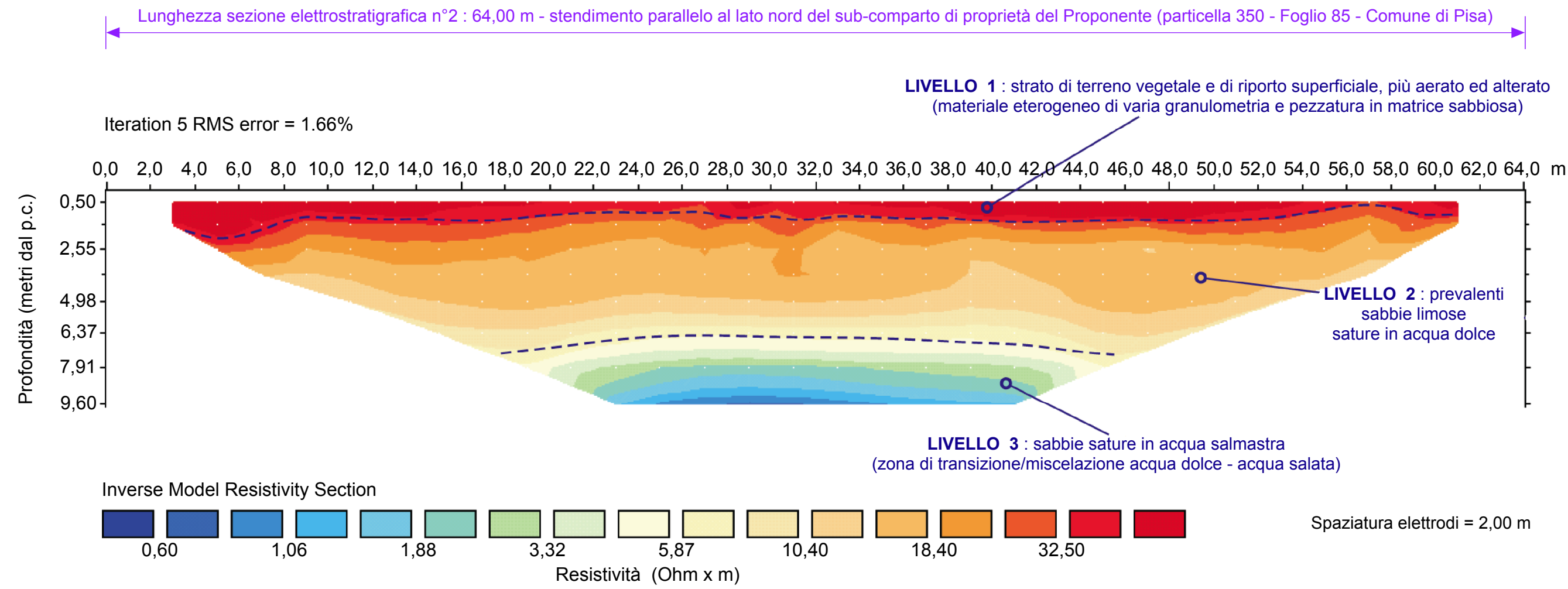
- CPT1** Prove penetrometriche statiche eseguite a supporto della presente indagine
- S1** Saggi con escavatore (S1, S2) e punti di prelievo acqua di falda freatica superficiale
- 1 st.1** Stendimenti per tomografie elettriche (profili di resistività St.1, St.2) e tracce sezioni elettrostratigrafiche n°1 (1-1') e n°2 (2-2')
- (A-A') - (B-B')** Tracce sezioni geolitologiche
- 350** Sub-comparto di proprietà del Proponente oggetto del presente Piano Attuativo (Particella 350 - Foglio 85 - Comune di Pisa)

La presente tavola è di proprietà dello Studio Dott.Geol. Luca Pignatelli e non potrà essere riprodotta o comunicata a terzi senza autorizzazione della proprietà stessa.

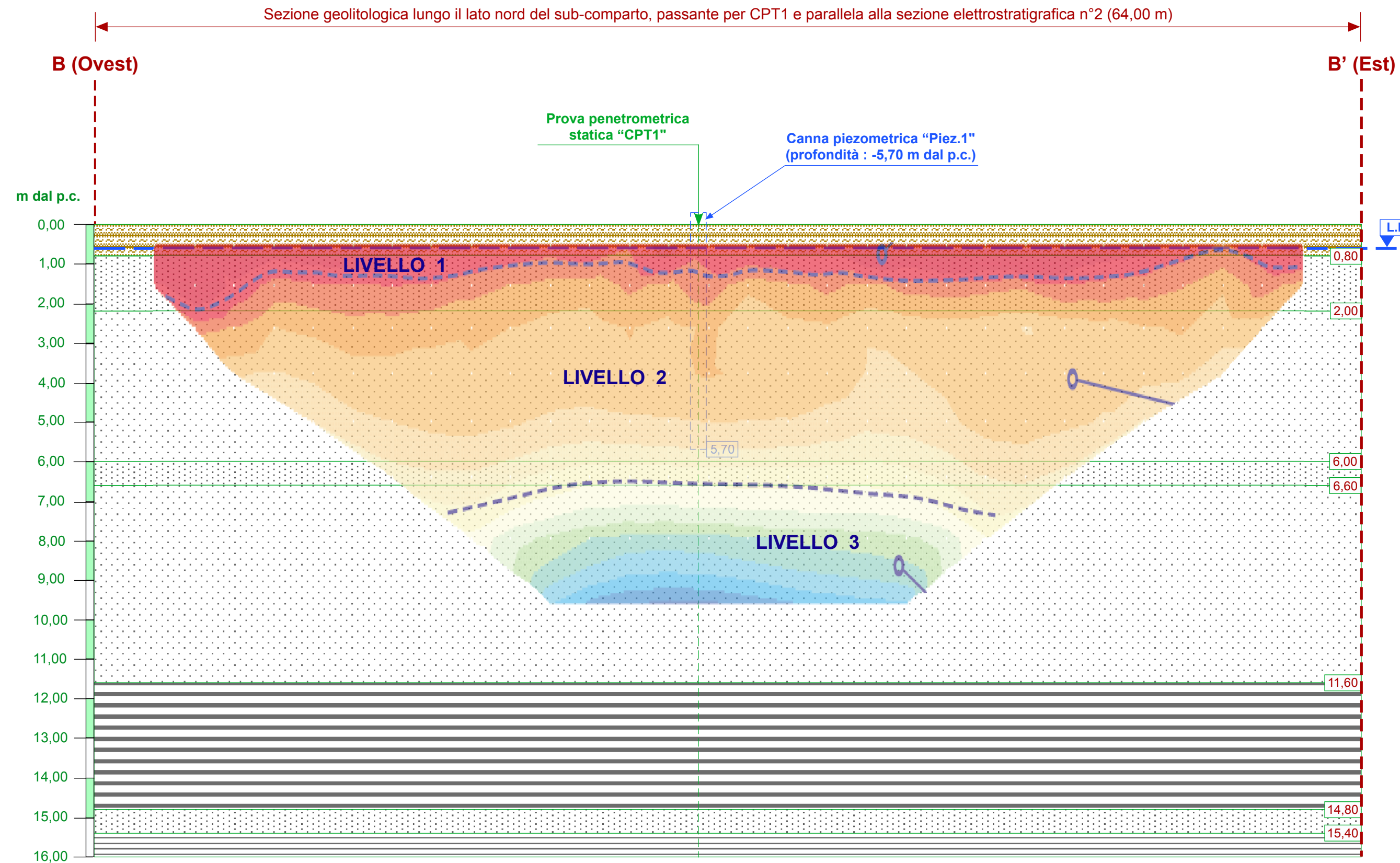
2 (Ovest)

SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°2 (TOMOGRAFIA ELETTRICA) ED INTERPRETAZIONE

2' (Est)



SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA N°2 PROIETTATA IN TRASPARENZA SULLA SEZIONE GEOLITOLOGICA B-B'



CONDUCIBILITA' ELETTRICA DELL'ACQUA DI FALDA MISURATA IN SITO

Punto di prelievo	Profondità m dal p.c.	Livello falda (m dal p.c.)	Valori (*) (µS/cm)	Valori (**) (µS/cm)
Scavo S1	1,10	0,65	1.865	1.682
Scavo S2	1,10	0,65	1.716	1.584
Piezometro N°1 (prelievo fondo tubo)	5,70	0,60	2.310	2.084

Temperatura dell'acqua al prelievo : 17,2°C

(\*) Valori normalizzati alla temperatura standard di 25°C

(\*\*) Valori normalizzati alla temperatura standard di 20°C

Conducibilità (µS/cm)	Salinità dell'acqua	Conducibilità (µS/cm)	Classificazione acque per uso irriguo (U.S. Department of Agriculture)
< 250	Bassa	500 - 3.000	<b>Classe 2</b> : da buona a dannosa, pericolosa per alcune colture sotto certe condizioni
250 - 750	Moderata		
750 - 2.250	Media	> 3.000	<b>Classe 3</b> : da dannosa ad inaccettabile; pericolosa per la maggior parte delle colture sotto molteplici aspetti
2.250 - 4.000	Alta		
4.000 - 6.000	Molto Alta		
> 6.000	Eccessiva		

Da Manuale di Geologia Agraria (Massimo Grecchi, Ed. GeoGraph - Segrate (MI) - 2006)

**NOTA** : La conducibilità elettrica rappresenta la totalità degli ioni presenti nelle acque e ne caratterizza quindi le proprietà chimico-fisiche. E' utilizzata come indicatore ambientale in quanto con un solo parametro si può avere una caratterizzazione, anche se sommaria, della qualità delle acque.

**I valori superiori a 1.000 µS/cm, a 20°C, sono indicativi di una mediocre qualità delle acque**, ed in ambienti di pianura sono riconducibili all'acquifero freatico superficiale in cui è assente una copertura impermeabile (argillosa) che faccia da barriera alla migrazione di inquinanti nel sottosuolo, come invece accade per gli acquiferi confinati, più profondi.

VALORI INDICATIVI DI RESISTIVITA' DELLE ACQUE E DEI TERRENI DA LETTERATURA SCIENTIFICA (Celico P., '93; Carrara E., et alii, '00; Casadio M. et al., '97)

ACQUA E LITOTIPI	Resistività (Ohm x m)
acqua di mare	0,18 - 0,24
acqua dolce di falda in alluvioni	10 - 30
acqua di fiume	20 - 60
sabbie e ghiaie asciutte	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup> / 100 - 7000
sabbie e ghiaie saturate di acqua dolce	50 - 500 / 70 - 700 / 10 - 800
sabbie e ghiaie saturate di acqua salata	0,5 - 5
sabbie sciolte	10 <sup>3</sup> - 8x10 <sup>4</sup>
argilla satura	2 - 20 / 1 - 50
suolo di copertura saturo	10 - 200
argilla	1 - 100

Da studi recenti relativi al "Monitoraggio del cuneo salino nella Laguna Veneta mediante tecniche tomografiche", nell'ambito di un progetto di ricerca del CORILA (Consorzio di Ricerche nella Laguna Veneta), risulta che :

- 1) i valori di resistività ≤ 1,50 - 2,00 Ohm x m si riferiscono a terreni saturi in acqua salata;
- 2) i valori di resistività ≥ 7,00 Ohm x m sono invece attribuibili a terreni saturi in acqua dolce.

Articolo pubblicato il 17/12/2005 - Numero 23 - Anno 3.  
Autori : Roberto de Franco e Giancarlo Biella, Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali - Milano

	Terreno di riporto eterogeneo in matrice prevalentemente sabbiosa ± limosa.
	Sabbie addensate.
	Sabbie mediamente addensate, a tratti limose.
	Sabbie prevalentemente limose, da debolmente a mediamente addensate.
	Argille organiche/torbose, plastiche.
	Argille compatte, con livelli organici/torbosi (terreni misti).