



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA CAMPANIA



**DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA,
DELL'AMBIENTE E DELLE RISORSE**

**SEMINARIO
RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO E
GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO.
SONDAGGI E PROVE GEOTECNICHE IN SITO**

Università di Napoli Federico II – Aula De Capoa – DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)

*Progettazione di una campagna di indagini
in sito:
sondaggi e prove geotecniche in sito*

**Napoli, 31 Maggio 2013
dr. Geol. Biagio PALMA**

Sintesi degli argomenti

- Da dove prendere le informazioni
- I punti cardini della progettazione di una campagna di indagini in sito
- Frequenza e profondità delle indagini
- Principali tipologie di indagini utilizzate per la ricostruzione del “modello geologico del sottosuolo”
- Raccomandazioni per la redazione delle stratigrafie
- Cenni sulle prove geotecniche in sito
- Articolazione di campagne di indagini e precauzioni da utilizzare per la loro corretta realizzazione
- Alcuni suggerimenti
- Ma quanto costerebbero i sondaggi se fossero fatti come tali?

SINTESI BREVE ED INCOMPLETA SULLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**
- Circolare 08 settembre 2010, n. 7619 / STC - Criteri per il rilascio dell'autorizzazione ai Laboratori per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.
- **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**
- Circolare 08 settembre 2010, n. 7618 / STC - Criteri per il rilascio dell'autorizzazione ai Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.
- **Ministero delle Infrastrutture** - NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI. Decreto 14 gennaio 2008
- OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Autorità per la Vigilanza sui LLPP - Determinazione n.3 del 27 febbraio 2002 - Relazione geologica – Necessità di previsione nella documentazione di progetto ed indicazioni per la formulazione dei bandi di gara di servizi di progettazione.
- Autorità per la Vigilanza sui LLPP - Determinazione n.19 del 5 Aprile 2000 - Relazione geologica e indagini geologiche - Art.17, comma 14 quinquies - legge 11 febbraio 1994 e successive modificazioni.
- Parere Ministero Lavori Pubblici, 17 dicembre 1993, N. 138 - Consiglio Superiore, Assemblea Generale - Legge 2 febbraio 1974 n.64 - Decreto Ministeriale 11 marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e stabilità delle opere di fondazione. Relazione geologica e geotecnica. Competenze professionali.
- D.M.LL.PP. 11/03/1988 - Circ. LL.PP. 24/09/1988, N. 30483 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

PRINCIPALI LAVORI DI RIFERIMENTO

- Associazione geotecnica italiana, Raccomandazioni sulla esecuzione delle indagini geognostiche, 1977.
- Associazione geotecnica italiana, Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1977.
- ASTM, D4633-86, Standard test method for stress wave energy measurement for dynamic penetrometer testing systems, American society for testing and materials, 1986, Philadelphia, USA.
- Baldi G., Bellotti R., Ghionna V., Jamiolkowski M. e Pasqualini E. Interpretation of CPTs and CPTUs; 2nd part: drained penetration of sands, Proceedings of International symposium on penetration testing, ISOPT-1, Orlando 2, 643-56, Balkema Pub. 1986, Rotterdam.
- Baglio M. e Maniscalco S., Il piezocono: esecuzione ed interpretazione, Conferenze di Geotecnica, 1983, Politecnico di Torino, Rapporto n° 07
- Cestari F., Perforazioni a scopo geotecnico, 1974, Politecnico di Torino V Ciclo annuale di conferenze.
- Cestari F., Prove geotecniche in sito - Edizioni Geo-Graph – Segrate
- Pasqualini E., 1983 – Standard penetration test – Politecnico di Torino Ingegneria – Atti dell'istituto di scienza delle costruzioni.
- Butera A., Francia S. - Capitolato SPEA – Norme tecniche d'appalto (1998)
- Capitolato TPL AV I Parte – Indagini geotecniche
- Capitolato TPL AV II Parte – Indagini geomeccaniche – geofisiche
- Capitolato TPL AV III Parte – Esami geotecnici di laboratorio su rocce e terre, prescrizioni ed oneri particolari.
- Etc...

I CINQUE PUNTI BASE PER LA PROGETTAZIONE DI UNA CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO

- **In quale fase siamo?** progetto preliminare, definitivo o esecutivo; fase di studio; fase di realizzazione dell'opera, fase di collaudo o di controllo; etc.)
- **Quali sono gli obiettivi della campagna di indagini?** Ricostruzione del modello geologico, idrogeologico, geomeccanico, geotecnico, etc.
- **Quale è l'assetto geologico dell'area?** Ovvero la litologia dei terreni, la profondità di rinvenimento di eventuali falde, la presenza di cavità, etc.).
- **In che contesto siamo?** In presenza di strade, sentieri, vi sono sottoservizi (ENEL, GAS, TELECOM, fogne, fibre ottiche, etc.), eventuale presenza di ordigni bellici, rete elettriche ad alta tensione, linee ferroviarie, tralicci ENEL, punti di prelievo acqua, etc.
- **Quale è la destinazione d'uso?** Strada pubblica o privata, parco giochi, villa comunale, caserma, deposito, etc.

IN QUALE FASE SIAMO

- **PROGETTO PRELIMINARE.** Ricostruzione di massima dell'assetto litologico, idrogeologico ed archeologico
- **PROGETTO DEFINITIVO.** Ricostruzione dettagliata dell'assetto stratigrafico, litologico, geotecnico, geomeccanico ed idrogeologico
- **PROGETTO ESECUTIVO.** Eventuale approfondimento dei temi di cui al Progetto Definitivo se non adeguatamente trattati
- **FASE REALIZZATIVA DELL'OPERA.** Approfondimenti delle caratteristiche geotecniche, geomeccaniche e dei temi relativi al monitoraggio geotecnico (controllo delle variazioni nel tempo di alcune grandezze fisiche quali pressioni neutre, forze, spostamenti, etc.)
- **FASE DI COLLAUDO E CONTROLLO.** Gli approfondimenti vengono eseguiti solo in caso di contestazioni e possono interessare qualsiasi dei tematismi trattati nelle varie fasi.

QUALI SONO GLI OBIETTIVI?

➤ Ricostruzione del modello geologico del sottosuolo:

✓ *Stratigrafico*

- *Principali Indagini:* Pozzetti e trincee esplorativi; sondaggi stratigrafici.

✓ *litologico*

- *Principali Indagini:* Pozzetti e trincee esplorativi; sondaggi stratigrafici; e geotecnici, prove penetrometriche statiche e dinamiche; indagini geofisiche (sismica, geoelettrica, georadar, etc.).

✓ *Idrogeologico*

- *Principali Indagini:* sondaggi stratigrafici; piezometri e pozzi; gallerie e cunicoli; indagini geofisiche (sismica e geoelettrica).

➤ Ricostruzione del modello geotecnico del sottosuolo:

✓ *Parametrizzazione geotecnica*

- *Principali Indagini:* Pozzetti esplorativi, trincee, sondaggi geotecnici, prove penetrometriche statiche (CPT, CPTU, CPTe) e dinamiche (leggere, pesanti e super pesanti), prove pressiometriche, prove dilatometriche, scissometriche, etc.

✓ *Parametrizzazione Geomeccanica*

- *Principali Indagini:* sondaggi geomeccanici; pozzi e cunicoli esplorativi; prove di fratturazione idraulica; prove pressiometriche per le rocce tenere, indagini geofisiche (sismica a rifrazione e riflessione), etc.

✓ Altri: *Geoambientali, Geoarcheologici, Estrattivi, Immissivi, etc.*

QUALE E' L'ASSETTO GEOLOGICO DELL'AREA?

In funzione dell'assetto geologico si deve scegliere la tipologia di indagini da eseguire e la tecnica di perforazione da adottare. Ad esempio:

- piana alluvionale in depositi prevalentemente fini: sondaggi con carotiere semplice, CPT, CPTU (se in falda), DPSH, prove pressiometriche, dilatometriche, scissometriche, etc
- piana alluvionale in depositi prevalentemente grossi (tutte le indagini presentano difficoltà realizzative): sondaggi a percussione o a rotazione con carotiere semplice (molto problematici in presenza di falda), CPT e DPSH (con limitazioni per le granulometrie superiori alle ghiaie), prova ISWEST, DAC TEST, etc.
- aree in aggradazione piroclastica: pozzetti e trincee esplorative, sondaggi con carotiere semplice o con estrusore da campo, CPT, CPTE, CPTU (se in falda), DPSH, prove pressiometriche, dilatometriche, scissometriche, etc
- versante in rocce litoidi: sondaggi con carotiere doppio o triplo; prove di fratturazione idraulica; prove Lugeon; etc.
- Versante in formazioni complesse (flysch): sondaggi con carotiere semplice, doppio o triplo; prove di fratturazione idraulica, prove di permeabilità Lefranc o Lugeon, prove pressiometriche, etc.

In che contesto siamo " la logistica"

- In assenza di strade e sentieri percorribili dobbiamo aprire piste di dimensioni adeguate ai mezzi da utilizzare: escavatori o ragni per trincee e pozzetti, sonde per perforazioni, piccoli messi cingolati per le prove penetrometriche dinamiche e statiche, etc.
- in presenza sottoservizi (ENEL, GAS, TELECOM, fogne, fibre ottiche, etc.) è necessario eseguire dei prescavi a mano per individuarne la posizione precisa;
- in aree mappate dal Genio Militare per la eventuale presenza di ordigni bellici è obbligatorio eseguire lo "sminamento";
- Ove insistono rete elettriche ad alta e media tensione, tralicci ENEL, rete ferroviaria, etc. bisogna porsi ad opportuna "distanza di sicurezza" che varia a secondo del Gestore e del potenziale elettrico della rete;
- Non bisogna mai dimenticare che per eseguire i sondaggi c'è la necessità di utilizzare acqua in grande quantità per la discesa del rivestimento, l'utilizzo del carotiere doppio e, con moderazione, del semplice, per garantire che i sedimenti della perforazione salgano in superficie durante la realizzazione di sondaggi medio-profondi, etc. Le postazioni di sondaggio devono, pertanto, essere raggiunte non solo dalle sonde ma anche dall'"ACQUA".

DESTINAZIONE D'USO

- **Strade pubbliche.** Dobbiamo consentire il transito dei veicoli e dei pedoni in regime di sicurezza da intensificare nelle ore notturne
- **Strade private.** Possiamo interrompere il transito ma è consigliato ripristinarlo nelle ore notturne.
- **Autostrade.** Bisogna concordare tutto preventivamente con il Gestore e farsi autorizzare per tutte le manovre che si intendono eseguire sulla sede stradale, nelle corsie di emergenza e nelle piazzole di sosta.
- **Caserme.** Bisogna concordare tutto preventivamente con il comando facendosi indicare (meglio scrivere) quali sono le raccomandazioni da seguire e le lavorazioni da evitare.
- **Parco giochi, ville comunali, aree ricreative in genere.** Dobbiamo preoccuparci della loro chiusura opportunamente segnalata anche da apposita segnaletica.

IN SINTESI UNA CAMPAGNA DI INDAGINI DEVE CONSENTIRE:

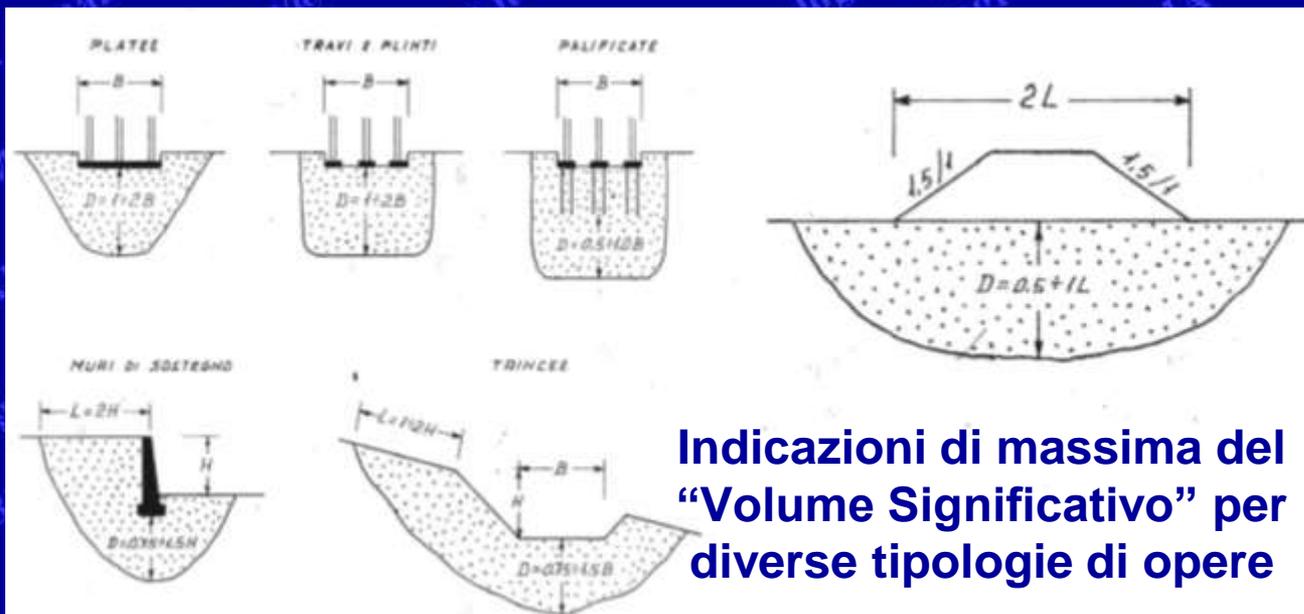
- il riconoscimento delle caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche dei litotipi attraversati per l’attribuzione genetica;
- la ricostruzione dei rapporti geometrici tra le unità;
- la identificazione delle principali caratteristiche idrogeologiche dei litotipi attraversati;
- l’individuazione di falde acquifere (singole o sovrapposte), la loro classificazione e la misurazione dei relativi livelli piezometrici;
- la parametrizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce;
- la caratterizzazione geomeccanica delle rocce
- l’individuazione della presenza di gas;
- identificazione di strutture ed infrastrutture sepolte di epoca moderna ed antica
- ➤ etc., etc.

Comma 6.2.2 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

*Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del **tipo di opera** e/o di intervento e devono riguardare il **volume significativo** di cui al § 3.2.2, e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione. I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere ottenuti mediante specifiche prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno e attraverso l'interpretazione dei risultati di prove e misure in sito.Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico. È responsabilità del progettista la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica. **Le indagini e le prove devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art.59 del DPR 6.6.2001, n.380.** I laboratori su indicati fanno parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture. Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.*

Frequenza e profondità delle indagini

| Tipo di opera | Distanza fra i sondaggi (m) | | | Numero minimo di verticali di esplorazione |
|-------------------------------|-----------------------------|-------|---------|--|
| | Uniforme | Media | Caotica | |
| Edificio di 1÷2 piani | 60 | 30 | 15 | 3 |
| Edificio a molti piani | 45 | 30 | 15 | 4 |
| Pile e spalle di ponti, torri | - | 30 | 12 | 1÷2 per ciascuna fondazione |
| Strade | 300 | 150 | 30 | - |
| Gallerie: | | | | |
| progetto di massima | 500 | 300 | - | Indicazioni di massima della frequenza delle indagini per diverse tipologie di opere |
| progetto esecutivo | 100 | 50 | - | |



Principali tipologie di indagini che vengono utilizzate per la ricostruzione del “modello geologico del sottosuolo”

| Finalità | Mezzi di indagine | |
|---|---|--|
| | Diretti | Indiretti |
| profilo stratigrafico | <ul style="list-style-type: none"> • pozzi • trincee • cunicoli • fori di sondaggio | indagini geofisiche |
| proprietà fisico-meccaniche dei terreni | in laboratorio | <ul style="list-style-type: none"> • prove su campioni indisturbati |
| | in sito | <ul style="list-style-type: none"> • prove penetrometriche statiche e dinamiche • prove scissometriche • prove pressiometriche • prove di carico su piastra • indagini geofisiche |
| misura della pressione neutra | <ul style="list-style-type: none"> • piezometri | |
| permeabilità dei terreni | in laboratorio | <ul style="list-style-type: none"> • prove su campioni indisturbati |
| | in sito | <ul style="list-style-type: none"> • prove di emungimento da pozzi • prove con immissione di acqua in pozzetti o in fori di sondaggio |

TIPI DI PERFORAZIONE

Le perforazioni a rotazione possono essere divise in: **perforazione a rotazione e distruzione di nucleo; perforazione a rotazione e carotaggio continuo.** In entrambe l'avanzamento viene assicurato da un utensile che ruota sul fondo del foro. Questi stacca frammenti di materiale che, in maniera diversa a secondo del metodo di perforazione, possono essere analizzati in superficie.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------|--|---|----------------------------------|---|---|--|--|
| Metodo di perforazione | Utensile di perforazione | Diametro usuale | Profondità usuale | Idoneità per tipo di terreno | Non idoneità per tipo di terreno | Qualità dei campioni ottenibili direttamente con gli usuali attrezzi di perforazione | Classe di qualità |
| Percussione | Sonda a valvola | 150+160 mm | 60 m | Ghiaia, sabbia limo | Terre coesive tenere o molto consistenti, rocce | Disturbati, dilavati | Q1 (Q2) |
| | Scalpello | 150+160 mm | 60 m | Tutti i terreni, fino a rocce di media resistenza | Rocce con resistenza alta o molto alta | Fortemente disturbati, dilavati e frantumati | Q1 |
| Rotazione | Tubo carotiere semplice | 75 + 150 mm | 50 + 150 m | | | Generalmente discreta | A secco Q2 (Q3); con circ. acqua o fango Q1 (Q2) |
| | Tubo carotiere doppio | 75 + 150 mm | 50 + 150 m | Tutti i terreni escluse terre a grana grossa | Terre a grana grossa (ghiaie, ciottoli, etc.) | Generalmente buona | Q2 (Q3-Q4) |
| | Scalpelli a distruzione, triconi, etc. Attrezzatura Rotary | 60 + 300 mm | Praticamente illimitata | | | Non si ottengono campioni, ma piccoli frammenti di materiale | |
| Trivella | Spirale a vite senza fine | Manuale: 50 + 150 mm Meccanica: 100+300 mm | Manuale: 10 m Meccanica: 40 m | Sopra falda: da coesivi a poco coesivi. Sotto falda: coesivi | Torre a grana grossa con elementi $\phi > D/4$; (D = diametro trivella) roccia | Disturbati, a volte dilavati sotto falda | Q1 (Q2-Q3) |

Perforazione a rotazione e distruzione di nucleo.

Viene utilizzata in quei casi in cui il “modello geologico” del sottosuolo è già noto e quindi si vuole, esclusivamente, allestire strumentazioni geotecniche in foro (piezometri, inclinometri, estensimetri, etc.). Tale metodologia viene altresì utilizzata lungo settori del sottosuolo le cui caratteristiche litologiche dei terreni non interessano come, ad esempio, le prime decine di metri di una galleria che si sviluppa a notevoli profondità dal p.c.

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo (sondaggi)

Viene utilizzata quando bisogna definire il “modello geologico del sottosuolo” e le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni indagati. In particolare tali sondaggi devono rispondere alle caratteristiche di seguito elencate:

- ✓ consentire il carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato;
- ✓ permettere il prelievo di campioni di terreno;
- ✓ consentire l’esecuzione di prove geotecniche in foro;
- ✓ misurare il livello piezometrico della falda se presente;
- ✓ descrivere, anche in chiave geotecnica, le caratteristiche dei litotipi attraversati (granulometria, addensamento, etc.);
- ✓ consentire la discesa nel foro di attrezzature per l’esecuzione di misure in sito.

I sondaggi possono, sostanzialmente, dividersi in:

- a) **sondaggi stratigrafici**, nei quali si richiede un campionamento dei terreni utile per consentire una ricostruzione del profilo stratigrafico e la misurazione della quota piezometrica di una eventuale falda acquifera;
- b) **sondaggi geotecnici**, nei quali (oltre a quanto indicato nel *punto a*) vengono realizzate prove in situ (SPT, pressiometriche, dilatometriche, etc), prelievi di campioni indisturbati e posa in opera di strumentazioni geotecnica (piezometri, inclinometri, etc.);
- c) **sondaggi geomeccanici**, nei quali (oltre a quanto indicato nel *punto a* e *b*) vengono operate tutti quegli accorgimenti tecnologici utili per consentire una accurata descrizione delle caratteristiche geomeccaniche delle parti di carotaggio in terreni lapidei.

DA NON DIMENTICARE MAI

- a) manovra di carotaggio: il carotaggio è rappresentativo se la percentuale di carotaggio è $\geq 85\%$.
- b) rivestimento provvisorio: se le pareti del foro non sono “autoportanti” bisogna rivestirle con opportuni tubi metallici (o proteggere le pareti con fanghi bentonitici o polimerici) discesi con fluido di perforazione (acqua, polimeri, schiumoggeni, etc.). La scarpa del rivestimento non dovrà raggiungere il fondo foro e fermarsi almeno a 30-50 cm da esso.
- c) pulizia del fondo foro: dopo la manovra di rivestimento, se necessario ($\text{diff} > 7$ cm) ed in particolare se si deve eseguire una prova geotecnica, bisogna eseguire la manovra di pulizia

A sondaggio ultimato o durante la sua realizzazione, **il geologo responsabile del cantiere** deve procedere alla descrizione stratigrafica del carotaggio, compilando una scheda “**stratigrafica**” con tutte le indicazioni necessarie alla descrizione del materiale carotato. La “**stratigrafica**” deve comprendere, *in primis*, tutte le informazioni necessarie alla descrizione di ogni litotipo attraversato a partire da informazioni di carattere generali quali:

- ✓ data di perforazione
- ✓ metodo di perforazione
- ✓ attrezzature impiegate
- ✓ diametri di perforazione e di rivestimento
- ✓ tipo di fluidi di circolazione impiegati
- ✓ quota della testa-foro rispetto a livello marino e coordinate planimetriche.

La **stratigrafia** deve essere dettagliata e descrivere, per ciascun orizzonte attraversato, anche gli elementi utili per identificare la successione affiorante i caratteri litologici, sedimentologici e geotecnici e dare informazioni sulla sua genesi (fluviale, lacustre, da frana, etc). In particolare una esaustiva colonna stratigrafica deve indicare per ogni “strato”:

- la litologia degli elementi principali e secondari e la genesi del deposito;
- la granulometria ed il grado di arrotondamento dei clasti (frazione ghiaiosa e ciottolosa);
- le condizioni d’umidità naturale;
- la consistenza;
- il colore;
- la struttura;
- le particolarità (radici, zone ossidate, cocci, etc.).

Questa non è una stratigrafia. Questa è NIENTE'

SONDAGGIO S1

| PROFON DITA' IN DAL P.C. | DESCRIZIONE LITOLOGICA |
|---|---|
| 0,00 ÷ 1,00 | Suolo vegetale |
| 1,00 ÷ 4,90 | Sabbia con pomici |
| 4,90 ÷ 5,70 | Sabbia a granulometria fine plastica con pomicette |
| 5,70 ÷ 6,80 | Ghiaia |
| 6,80 ÷ 7,50 | Terreno di colore nero |
| 7,50 ÷ 9,00 | Pozzolana |
| 9,0 ÷ 19,00 | Tufo giallo |

Cosa contiene una STRATIGRAFIA.

- **Litologia**. Litologia del deposito sia per le rocce litoidi (calcari, marne, tufo, etc.) che sciolte (cineriti, lapillo pomiceo, etc). Indicare anche gli elementi secondari (pomici, scorie, tipo di minerali, fittili, etc.).
- **Genesi**. Flusso piroclastico, deposito fluviale, detrito di versante, etc.
- **Granulometria** (in mm). Blocchi ($d > 200$), Ciottoli ($d = 200-60$); Ghiaia ($d = 60-2$); Sabbia ($d = 2 - 0.06$); Limo ($d = 0.06-0.002$); Argilla $d < 0.002$; Terreno vegetale od organico; Torba. La descrizione deve prevedere prima il costituente principale e poi il secondario (“con” se la percentuale è fra 25-50%; “oso” se fra 10-25%; “debolmente” + “oso” se fra 5-10%).
- **Grado arrotondamento clasti**. Angolare, Sub angolare, Sub arrotondata, Arrotondata, Ben arrotondata.
- **Umidità**. Asciutto, Debolmente umido, Umido, Molto umido e Saturo.
- **Consistenza** per i terreni coesivi e semicoesivi stimata con il penetrometro tascabile (PP in kg/cm^2) sulle carote appena estratte e scortecciate. Privo di consistenza ($\text{PP} < 0.25$); poco consistente ($\text{PP} = 0.25 \div 0.5$); moderatamente consistente ($\text{PP} = 0.5 \div 1.0$); consistente ($\text{PP} = 1 \div 2$); molto consistente ($\text{PP} > 2.0$)
- **Consistenza** nei terreni granulari (**addensamento**). Sciolto ($\text{NSPT} = 0-4$); poco addensato ($\text{NSPT} = 4-10$); mod. addensato ($\text{NSPT} = 10-30$); addensato ($\text{NSPT} = 30-50$); molto addensato ($\text{NSPT} > 50$)

- **Percentuale di recupero modificata** (R.Q.D.). $RQD = Sli/Lt * 100$. Dove: Li =lungh. spezzoni carota con $l > 10$ cm; Lt =lungh. totale manovra.
- **Grado d’alterazione**. Assente, Debole, Media, Elevata, Intensa
- **Colore**. Preferibile utilizzare la tavola dei colori di Mansell.
- **Struttura** (sia per le rocce sciolte che litoidi). Stratificazione; fratturazione (spaziatura dei giunti: *fratture molto vicine* (<5cm); *ravvicinate* (5-20 cm); *moderatamente ravvicinate* (30-100 cm); *distanziate* 100-300 cm); *molto distanziate* (>300 cm)); Scistosità (presenza di minerali lamellari, piani di taglio etc.)
- **Particolarità aggiuntive**. Indicare tutte le caratteristiche significative per la descrizione dei litotipi attraversati e non inseriti nelle “voci” precedentemente descritte: radici, sostanza organica, zone ossidate, “vene” di acqua in pressione, etc.
- **Inoltre**: il livello piezometrico ad inizio e fine di ogni giornata lavorativa e durante la pausa pranzo; la velocità di avanzamento aste-carotiere; le perdite di fluido di circolazione; il rifluimento in colonna; i vuoti; la discesa del sistema aste carotiere con la semplice pressione del carrello, etc

Alcune descrizioni “tipo”

➤ **CINERITE RIMANEGGIATA INGLOBANTE NUMEROSI FRAMMENTI CARBONATICI** ($d_{max}=4,0$ cm). Si rinvengono: minute pomici ($d_{max}=0,5$ cm) a spigoli sub arrotondati. Colore della matrice: grigio verdastro. Granulometria: sabbia da limosa a debolmente limosa e debolmente ghiaiosa. Struttura: caotica.

Deposito da trasporto trattivo.

➤ **CINERITE FINE E MEDIO FINE**. Colore: tra 5,80-6,90 grigio chiaro con livelli millimetrici di colore marrone giallastro; tra 6,90-7,50 grigio. Granulometria: da sabbia fine con limo a limo con sabbia. Struttura da massiva a laminata. *Deposito da fall out.*

➤ **CINERITE RIMANEGGIATA DI COLORE MARRONE E MARRONE GRIGIASTRO**. Il deposito è costituito da un'alternanza di cineriti medio-grosse (sabbia grossa debolmente limosa) con sottili livelli di cineriti fini (sabbia fine debolmente limosa). Si rinvengono: noduli di cinerite grigio antracite (limo sabbioso); noduli di ghiaia fine sabbiosa costituita da litici, pomici e scorie; pomici ($d_{max}=2,0$ cm) alterate a spigoli sub arrotondate; litici e scorie millimetriche; numerosi cristalli di mica e sanidino. Tra m 13,20 e m 13,30 si rinvengono clasti carbonatici ($d_{max}=4,0$ cm). Granulometria: sabbia grossa debolmente limosa con livelli di sabbia debolmente limosa. Struttura da laminata a caotica. *Conoide alluvionale accresciuta, probabilmente, anche per processi di trasporto gravitativo.*



IDROGEO S.r.l.
 Corso Caulino n. 11 - 80066 Vico Equense (NA) -
 tel/fax: 0818028639

| Committente CIRIAM | | Profondità raggiunta 21.50 m | Quota Ass. P.C. 300 m s.l.m. | Cantiere Arpaia | Pagina 1/2 |
|-----------------------|-----------|---|---------------------------------|--------------------------|---------------------|
| Casse Catalog. 4 | | Sondaggio SAI | Tipo Carotaggio C.C. | Tipo Sonda CMV MK 400 | Note |
| Scala (m) | Litologia | Descrizione | Spessore | %Carote (%) | S.P.T. Ncolpi |
| 0 | | Suolo marrone scuro, ricco in filamenti vegetali, resti di radici e ceramica. Sabbia limosa. | 0.20 | 100 | |
| 1 | | Materiale di riporto autoprodotto costituito da: tra 0.20-0.50 m ghiaia carbonatica in scarsa matrice sabbiosa di natura prevalentemente piroclastica (ghiaia debolmente sabbiosa); tra 0.50-1.00 m ceneri rimasugliate, marroncina, con disperse minutissime pomice, frammenti fitili (d=1-2 cm), frammenti carbonatici (d=2-3 cm) e residui carboniosi (sabbia limosa). | 0.80 | 100 | |
| 2 | | Ceneri rimasugliate e parzialmente limfificate, marrone scuro. Si rinvenivano: pomice (d=1-2 cm) con spigoli da smussati a subarrotolati, da dense a microvescicolate, di colore grigio, porfifiche con cristalli fomici, residui carboniosi, minute scorie e frammenti carbonatici (d=1-2 cm). Struttura massiva. | 1.00 | 100 | 7-4-2 2.50 PA |
| 3 | | Ceneri rimasugliate, grigiastre, con numerosi frammenti carbonatici (d=2-4 cm) e spigoli da vivi a subarrotolati, talora concentrati (tra 2.45-2.50 m). Sabbia limosa da debolmente ghiaiosa a con ghiaia. | 0.95 | 100 | 4-6-7 4.60 PA |
| 4 | | Ceneri rimasugliate, marroncina con striature giallo-occracee, costituita da numerosissime pomice da millimetriche a subcentimetriche con frammenti limici e scoriacei. Si rinvenivano livelli e lenti di cenere fine a granulometria limo-sabbiosa. Le pomice presentano una patina di alterazione giallognola. Sabbia debolmente limosa e debolmente ghiaiosa. | 0.50 | 100 | |
| 5 | | Palcosuolo, marrone scuro-nerastro tra 3.30-3.80 m e marrone giallognolo tra 3.80-4.00 m. Si rinvenivano minutissime pomice occracee e residui carboniosi. Sabbia fine limosa debolmente argillosa. | 6.10 | %C=60 | 400 S 460 |
| 6 | | Ghiaia e ciottoli carbonatici in matrice sabbio-limosa di colore grigio da assente ad abbondante. I frammenti carbonatici sono a spigoli da vivi a subarrotolati. Ghiaia e ciottoli da sabbiosa a debolmente sabbiosa. Depositi di conoide detritica. | | | R/10 cm 8.30 PC |
| 7 | | Cenere, marroncino-rossastra, monogranulare, a struttura da massiva a laminata, con disperse e minute pomice (d=1 cm). Tra 10.10-11.80 m sabbia fine da limosa a con limo; tra 11.80-13.45 m sabbia fine con limo debolmente argillosa; tra 13.45-14.00 m sabbia fine limosa. | 3.90 | %C=80 | 16-12-3 10.80 PA |
| 8 | | Cenere, marroncino-rossastra, monogranulare, a struttura da massiva a laminata, con disperse e minute pomice (d=1 cm) e spigoli smussati e frammenti carbonatici (d=1-2 cm). Sabbia limosa debolmente ghiaiosa. | | | 3-4-5 13.00 PA |
| 9 | | Piroclastite rimasugliata, marroncino-giallastro con screziature occracee, costituita da pomice (d=1 cm) e spigoli smussati e frammenti carbonatici (d=1-2 cm). Sabbia limosa debolmente ghiaiosa. | 0.40 | %C=80 | R/12 cm |
| 10 | | Ceneri rimasugliate, grigiastre, con numerosi frammenti carbonatici (d=2-4 cm) a spigoli da smussati a subarrotolati. Da sabbia ghiaiosa a ghiaia sabbiosa. I frammenti carbonatici divergono dominanti tra 15.20-16.10 m e tra 16.50-16.65 m. Deposito di conoide detritico-piroclastico. | 2.50 | %C=80 | 15.20 PC |
| 11 | | Alternanze di cenere, da medio fini (marroncina) a medio grosse (grigiastre), e livelli costituiti da clasti carbonatici in matrice piroclastica sabbiosa. I livelli cenerici presentano struttura da laminata a debolmente ondulata e granulometria di una sabbia limosa. | | | 4-6-3 17.20 PA |
| 12 | | I livelli carbonatici, con granulometria assimilabile a ghiaia e ciottoli sabbiosa, si rinvenivano tra 18.50-18.80 m, 18.80-19.00 m, 19.30-19.50 m e 19.75-19.85 m. | 2.95 | %C=80 | |
| 13 | | Cenere, marroncino grigiastro fino a 20.50 m poi marroncino rossastro, con fasce centimetriche di colore nerastro. Disperse pomice (d=1-2 cm) giallognola. Sabbia fine limosa. | 1.15 | %C=80 | |

Prove SPT: PA-punta aperta, PC-punta chiusa

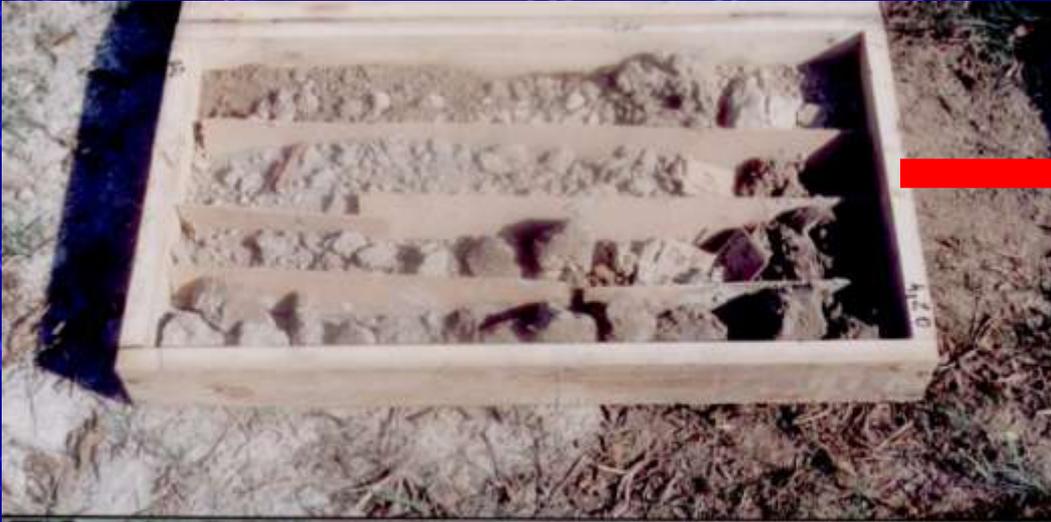
Responsabile dott. geol. Biagio Palma

descrizione
 "tipo"

DESCRIZIONI ...INUTILI E, QUINDI, INDAGINI INUTILIZZABILI

- Tufo
- Tufite di colore rosso
- Sabbia di colore rosso
- Sabbia di fine granulometria piuttosto plastica
- Pozzolana
- Breccia calcarea in matrice argillosa
- Inclusi di natura calcarea
- Pomici
- Ghiaia
- Etc.

Differenza tra un buco ed un sondaggio



Metodologia,
attrezzatura e
personale non
preparato =
buco



Metodologia,
attrezzatura e
personale
preparato =
sondaggio

Differenza tra un buco ed un sondaggio



Metodologia,
attrezzatura e
personale non
preparato =
buco



Metodologia,
attrezzatura e
personale
preparato =
sondaggio

Differenza tra un buco ed un sondaggio



Metodologia,
attrezzatura e
personale non
preparato =
buco



Metodologia,
attrezzatura e
personale
preparato =
sondaggio

ESTRUSORE DA CAMPO

SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
Dott. Geol. Biagio Palma – IdroGeo S.r.l.



Cassette catalogatrici.

Attenzione ai fine manovra

SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
Dott. Geol. Biagio Palma - IdroGeo S.r.l.



TRINCEE

Quando la campagna d’indagini è finalizzata prevalentemente al riconoscimento della genesi dei depositi e, quindi, al riconoscimento della sua struttura (ad esempio cumuli di frana da colata rapida in depositi piroclastici), i soli sondaggi, pur se realizzati con tutte le accortezze del caso, difficilmente sono, da soli, esaustivi per il riconoscimento del tipo di meccanismo di messa in posto dei materiali carotati (*debris flow*, *earth flow*, *hyperconcentrated flow*, etc.).

Le **trincee** consentono di definire, nel dettaglio, la successione vulcano-stratigrafica dell'area in quanto permettono il riconoscimento di:

- la geometria del limite tra gli strati (ondulato, concavo, piano-parallelo, etc.) per individuare la presenza di antiche superficie di erosione;
- la presenza di paleosuoli;
- le caratteristiche sedimentologiche dei singoli strati utili per la definizione del tipo di paleoambiente in cui ogni singolo livello si è depositato;
- la geometria e le macrostrutture dei depositi in descrizione (ad esempio spessore, presenza di lenti, tipo di laminazioni).

A scavo ultimato si deve provvedere all'analisi stratigrafica dei materiali affioranti lungo le pareti di scavo descrivendo:

- spessore
- forma
- struttura
- colore
- tipo e andamento del limite inferiore
- natura e grado di arrotondamento dei clasti
- granulometria
- relazione clasti/matrice
- gradazione
- contenuto in radici, sostanza organica
- grado di coesione e/o addensamento
- meccanismo di deposizione (da *fall*, colluvioni, detrito di frana, deposito alluvionale, materiale di riporto ecc.);
- attribuzione vulcano-stratigrafica ove possibile.

Collina dei Camaldoli. Prodotti piroclastici del III periodo flegreo



Collina dei Camaldoli. Prodotti piroclastici del III periodo flegreo

SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
Dott. Geol. Biagio Palma – IdroGeo S.r.l.

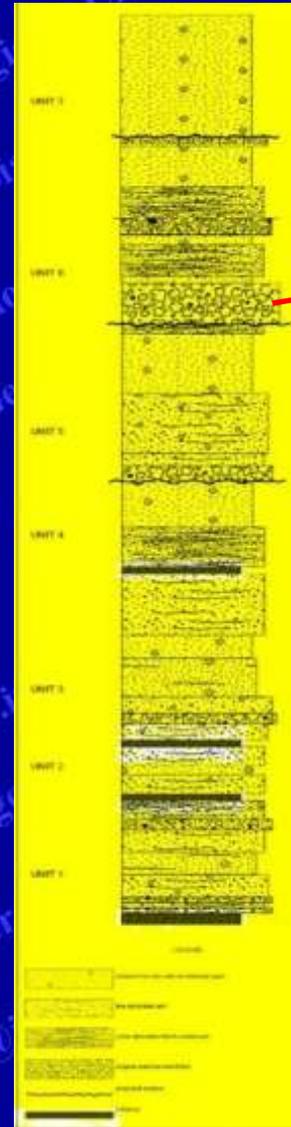


Collina dei Camaldoli. Alternanza di depositi “alluvionali” e da flussi iperconcentrati.



Vallo di Lauro - Successioni emerse dalle trincee

SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
Dott. Geol. Biagio Palma - IdroGeo S.r.l.



Successione di Astroni (Isaia et alii., 2004)

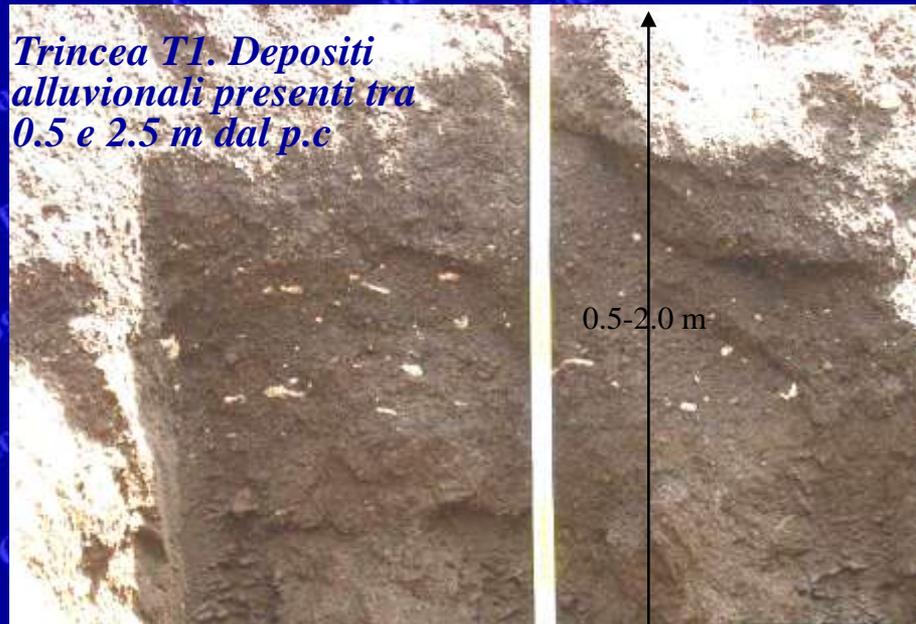
Successioni emerse dalle trincee

SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
Dott. Geol. Biagio Palma – IdroGeo S.r.l.

Trincea T1. Fall pomiceo dell'Eruzione del 1631 presente a 4.20 m ca. dal p.c.



Trincea T1. Depositi alluvionali presenti tra 0.5 e 2.5 m dal p.c



Trincea T2. L'intera trincea restituisce depositi alluvionali. Nella foto particolare del materiale rinvenuto tra 4 e 5 m dal p.c.



Trincea T3. Fall pomiceo del 1631 mantellato da depositi da lahar

Alcune descrizioni “tipo”

➤ 43-48 cm (*colluvium con episodio da mud-flow alla base*)
successione composta da: 15 cm limi e limi con sabbia di colore grigio, massivi o debolmente laminati per allineamenti di vescicole e contrasti granulometrici, induriti nella parte centrale dove si presentano intensamente vescicolati. Presenti pomici e litici dispersi, subcentimetrici e arrotondati; 30-33 cm limo meno coesivo di colore da bianco-giallastro in basso a marrone negli ultimi 2 cm. Sempre presente una debole laminazione. Top debolmente umificato e ondulato a piccola scala, deformato per carico dovuto al livello sovrastante.

➤ >38 cm (*deposito di Monte S. Angelo*) (base non esposta) cenere fine bianco-giallastra che grada verso l'alto a giallo-marroncino, massiva con pomici, scorie e frammenti litici centimetrici dispersi. Superficie sommitale articolata per erosione dovuta alla messa in posto del livello sovrastante.

POZZETTI ESPLORATIVI

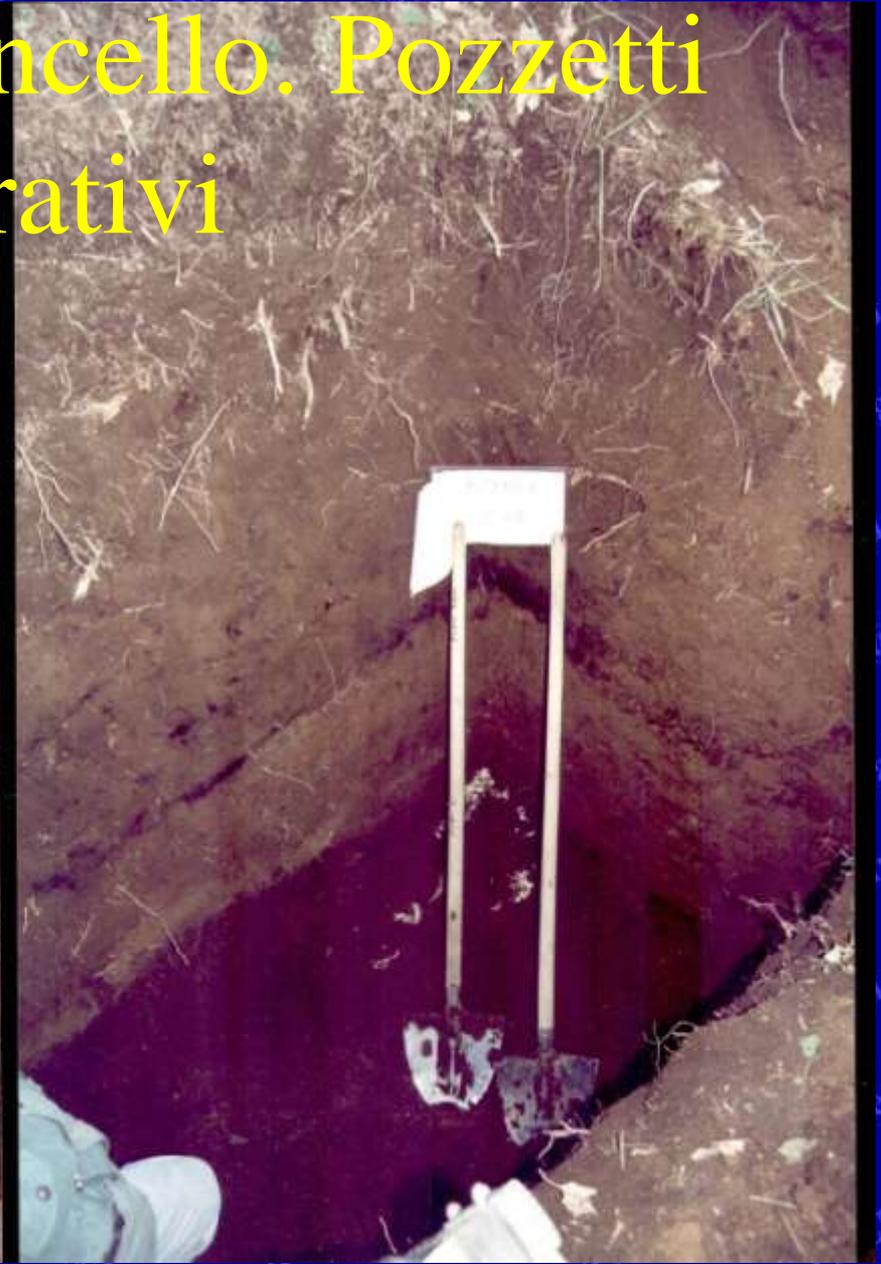
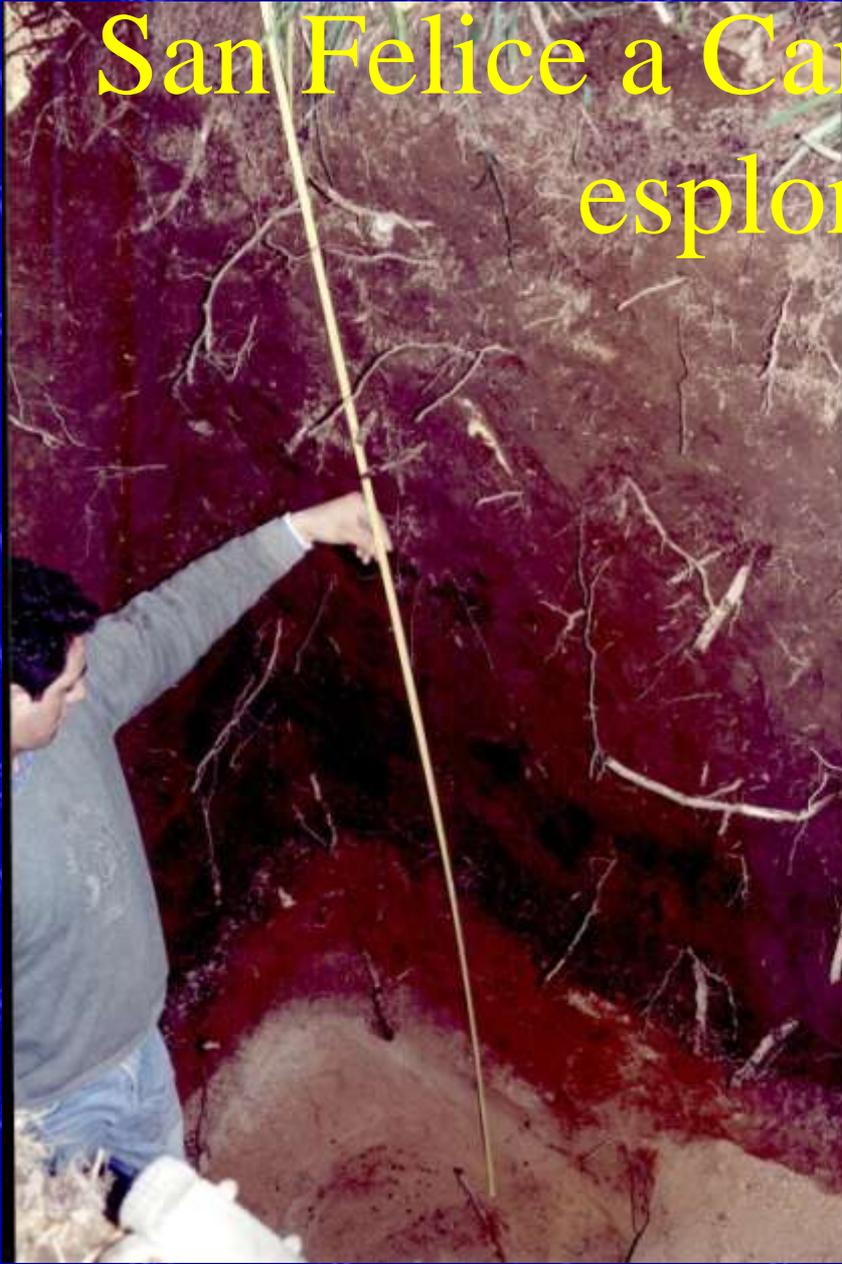
Lungo le aree di versante quasi mai è possibile, sia per motivi logistici che economici, realizzare sondaggi o trincee. A tal fine, per ottenere informazioni utili per una corretta definizione delle caratteristiche geologiche dei primi metri delle coltri di copertura, si può far ricorso alla realizzazione di pozzetti esplorativi eseguiti a mano.

Scavo di un pozzetto esplorativo



SEMINARIO “Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito”. 31 maggio 2013. Aulla De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
Dott. Geol. Biagio Palma – IdroGeo S.r.l.

San Felice a Cannello. Pozzetti esplorativi



I sondaggi non hanno solo fini “stratigrafici” ma anche geotecnici

Il solo assetto stratigrafico non è sufficiente per una caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni. Le caratteristiche geotecniche oltre ad essere legate alle proprietà chimiche, mineralogiche e petrografiche dei terreni dipendono anche dalla granulometria, dal grado di addensamento, dal contenuto in acqua, dal grado di saturazione, etc dei materiali. Per la definizione di questi ultimi parametri all'interno dei fori di sondaggio vengono prelevati campioni *indisturbati* e realizzate le più svariate prove geotecniche in situ.

Campionatori per Campioni Indisturbati o a Disturbo Limitato

campionatori pesanti a percussione (per terreni incoerenti quali: sabbie-ghiaiose e ghiaie-sabbiose); campionatori a pareti sottili tipo Shelby o Osterberg (per terreni a grana fine poco consistenti); campionatori a rotazione con scarpa tagliente fissa (Denison) o autoregolabile (Mazier) (per terreni coesivi quali le argille sovraconsolidate, etc o per materiali granulari debolmente cementati quali le arenarie teneri).

Prove Geotecniche in Situ in Sondaggio

prove penetrometriche dinamiche di tipo SPT con punta chiusa (ghiaie sabbiose) e punta aperta (sabbie e limi-sabbiosi); prove scissometriche tipo FV (Field Vane), (terreni coesivi teneri e saturi quali limi argillosi, argille plastiche, etc); prove pressiometriche di tipo Menard; prove di permeabilità di tipo Lefranc (rocce sciolte) e di tipo Lugeon (rocce litoidi); prove di permeabilità con micromulinello; etc.

CONDIZIONAMENTO DEI FORI DI SONDAGGIO CON STRUMENTAZIONE GEOTECNICA

- piezometri idraulici a tubo aperto;
- piezometri idraulici con cella di Casagrande;
- piezometri pneumatici ed elettrici;
- inclinometri;
- assestimetri;
- prove geofisiche in foro (down-hole, cross-hole, up hole, etc...);
- etc.

PROVE GEOTECNICHE IN SITO

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|
| Proprietà fisiche e meccaniche | Terreni a grana fine | Prove penetrometriche Prove scissometriche Prove dilatometriche Prove pressiometriche Prove di carico su piastra Prove di laboratorio |
| | Terreni a grana grossa | Prove penetrometriche Prove di carico su piastra Prove di laboratorio |
| | Rocce | Prove speciali in sito (prove di taglio) Prove di carico su piastra Prove di laboratorio |
| Misure di pressione interstiziale | Terreni di qualsiasi tipo | Piezometri |
| Permeabilità | Terreni a grana fine | Misure piezometriche Prove di laboratorio |
| | Terreni a grana grossa | Prove idrauliche in fori di sondaggio Prove di emungimento da pozzi |
| Verifica di procedimenti tecnologici | Palificate | Prove di carico su pali singoli Prove di carico su gruppi di pali |
| | Impermeabilizzazioni | Prove di permeabilità in sito e misura di altezza piezometrica prima e dopo l'intervento |

Sintesi sulle principali prove per la caratterizzazione geotecnica dei terreni e delle rocce

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE DI TIPO CPT

Nei terreni argillosi omogenei mediamente consistenti, informazioni utili possono essere acquisite avvalendosi di prove penetrometriche statiche di tipo CPT (normativa di riferimento:

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche dell'AGI 1977 e ASTM D3441 -86 Deep, quasi-static, cone and friction cone penetration tests of soil).

Le prove penetrometriche statiche di tipo CPT consistono nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche *standard*, infissa a velocità costante nel terreno tramite un dispositivo di spinta che agisce alternativamente su una batteria di aste esterna e su una interna, alla cui estremità inferiore è connessa la punta.

La prova oltre a dare indicazioni di massima sulle caratteristiche granulometriche dei terreni consente di ricavare i parametri geotecnici dei terreni (in particolare c e ϕ)

CPT - Metodologia di prova

Il penetrometro deve essere posizionato in modo da garantire la perfetta verticalità dell'applicazione del carico.

La prova si esegue facendo avanzare le astine interne fino ad esaurire l'intera corsa della punta e della punta più manicotto, misurando la pressione di spinta nel primo e nel secondo caso; si fanno quindi avanzare le aste cave, fino alla chiusura della batteria telescopica, misurando ed annotando la pressione totale di spinta.

Le misure di qc ed fs sono discontinue, con annotazione ogni 20 cm di penetrazione. La prova è quindi eseguita fino al raggiungimento dei limiti strumentali di resistenza (20 t) o fino alla profondità massima prevista dal programma delle indagini.

Documentazione

La documentazione deve comprendere:

- ✓ informazioni generali;
- ✓ data di esecuzione;
- ✓ caratteristiche dell'attrezzatura;
- ✓ caratteristiche della punta;
- ✓ fotocopia delle tabelle di cantiere, con indicazione dei fattori moltiplicativi di interpretazione delle letture;
- ✓ grafici di qc e fs in funzione della profondità;
- ✓ quota assoluta del punto di prova;
- ✓ certificati di taratura.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Lo scopo delle prove penetrometriche dinamiche è quello di determinare il numero di colpi (NSPT, N30, N20) necessari ad infiggere, per una data profondità standardizzata, un tubo campionatore o una punta chiusa di dimensioni standard mediante battitura.

La prova può essere continua o discontinua (SPT in foro di sondaggio). Le prove vengono preferibilmente eseguite in terreni granulari (sabbie e ghiaie) ma in presenza di grossi elementi lapidei perde di significato. I valori misurati nel corso della prova consentono una stima qualitativa della consistenza del terreno. Inoltre, è possibile stimare mediante correlazioni empiriche i seguenti parametri: la densità relativa (D_R), l'angolo di resistenza al taglio (ϕ'), la resistenza alla liquefazione dei terreni granulari; il modulo di taglio a piccole deformazioni (G_0); la resistenza al taglio non drenata c_u di terreni a grana fine.

Classificazione dei penetrometri (Stefanoff et al. 1988)

| Tipo | Sigla | Massa del maglio M (kg) |
|--------------|-------|-------------------------|
| Leggero | DPL | $M \leq 10$ |
| Medio | DPM | $10 < M < 40$ |
| Pesante | DPH | $40 \leq M < 60$ |
| Superpesante | DPSH | $M \geq 60$ |

| | Tipo di prova | | | |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | DPL | DPM | DPH | DPSH |
| Maglio (kg) | 10±0.1 | 30±0.3 | 50±0.5 | 63.5±0.5 |
| Caduta (m) | 0.5±0.01 | 0.5±0.01 | 0.5±0.01 | 0.75±0.02 |
| Massa testa di battuta e aste max (kg) | 6 | 18 | 18 | 30 |
| Rimbalzo per colpo su penetrazione per colpo max (%) | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Rapporto lunghezza diametro maglio | $1 \leq L/D \leq 2$ |
| Diametro testa di battuta (mm) | $100 \leq d \leq 0.5D$ |
| Lunghezza asta (m) | 1.0±0.1 % | 1-2±0.1 % | 1-2±0.1 % | 1-2±0.1 % |
| Massa asta (max) (kg/m) | 3 | 6 | 6 | 8 |
| Deviazione primi 5 m aste, max (%) | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Idem, dopo primi 5 m (%) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Max eccentricità asta (mm) | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Diametro esterno asta (mm) | 22±0.2 | 32±0.3 | 32±0.3 | 32±0.3 |
| Diametro interno asta (mm) | 6±0.2 | 9±0.2 | 9±0.2 | - |
| Angolo apertura cono (°) | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Area di base cono (cm ²) | 10 | 10 | 15 | 20 |
| Diametro cono nuovo (mm) | 35.7±0.3 | 35.7±0.3 | 43.7±0.3 | 50.5±0.5 |
| Minimo diametro cono usato (mm) | 34 | 34 | 42 | 49 |
| Altezza cilindro di base del cono (mm) | 35.7±1 | 35.7±1 | 43.7±1 | 50.5±2 |
| Rastremazione del cono (parte alta) (°) | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Altezza parte conica (mm) | 17.9±0.1 | 17.9±0.1 | 21.9±0.1 | 25.3±0.4 |
| Accorciamento max punta conica usurata (mm) | 3 | 3 | 4 | 5 |
| Penetrazione standard (cm) | 10 | 10 | 10 | 20 |
| Numero colpi/penetrazione standard (*) | N ₁₀ | N ₁₀ | N ₁₀ | N ₂₀ |
| Campo valori di N | 3-50 | 3-50 | 3-50 | 5-100 |
| Lavoro specifico MgH/A (kJ/m ²) | 49 | 147 | 164 | 234 |

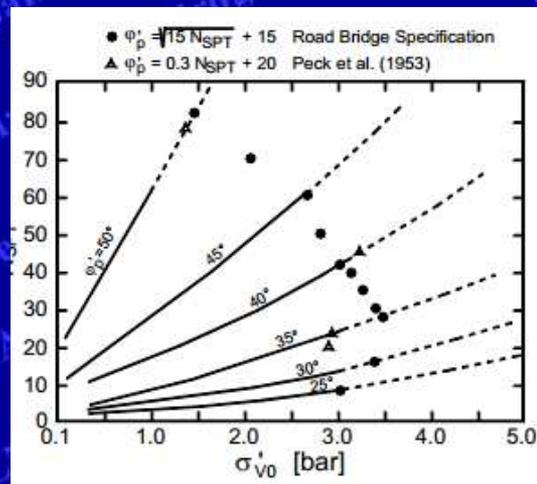
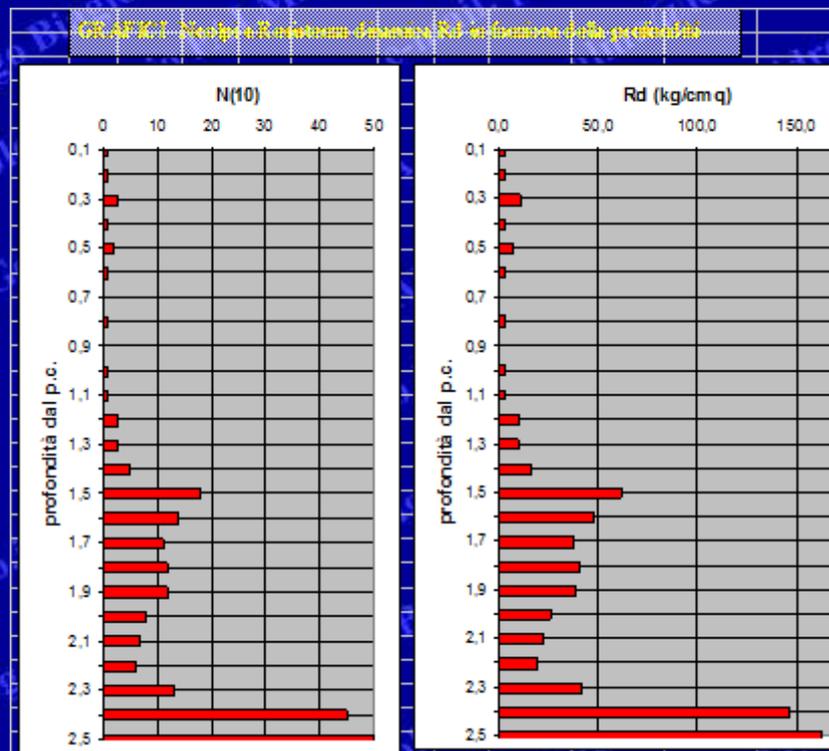
(*) Frequenza battitura: 15-30 colpi/minuto in terreni a grana fine; sino a 60 colpi/minuto in sabbie

| | Tipo DPSH | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------------------------|
| | ISSMGE | Meardi (AGI) | Emilia |
| Maglio M (kg) | 63.5±0.5 | 73 | 63.5 |
| Caduta H (m) | 0.75±0.02 | 0.75 | 0.75 |
| Massa testa di battuta e aste max (kg) | 30 | 55 | 15-0.7 |
| Lunghezza asta (m) | 1-2±0.1 | 1.2 | 1-1.5 |
| Massa asta (max) (kg/m) | 8 | 7 | 3.6-5.1 |
| Diametro esterno asta (mm) | 32±0.3 | 34 | 28-34 |
| Diametro interno asta (mm) | - | - | 14-18 |
| Angolo apertura cono (°) | 90 | 60 | 60 |
| Diametro cono nuovo (mm) | 50.5±0.5 | 51 | 50.5 |
| Altezza complessiva punta (mm) | 126.3 | 73.1 | 65 |
| Penetrazione standard (cm) | 20 | 30 | 20-30 |
| Numero colpi/penetrazione standard | N ₂₀ | N ₃₀ | N ₂₀ - N ₃₀ |
| Campo valori di N | 3-50 | 3-50 | 3-50 |
| Possibilità iniezione fanghi | SI | NO | SI |
| Possibilità impiego rivestimenti | SI | SI | SI |
| Diametri rivestimenti (mm) | Non precisato | 48/38 | 48/30 - 48/38 |

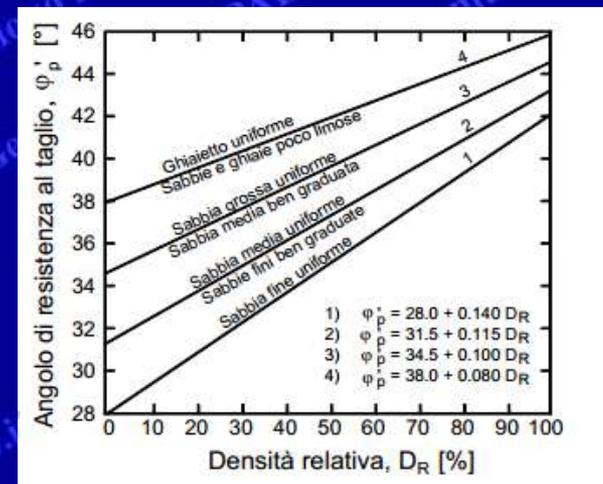
Confronto tra penetrometri DPSH (Cestari 1990)

Caratteristiche tecniche prove DP (Stefanoff et al. 1988)

| prof (m) | N_{10} | Rpd (kg/cm q) |
|----------|----------|---------------|
| 0,1 | 1 | 3,6 |
| 0,2 | 1 | 3,6 |
| 0,3 | 3 | 10,7 |
| 0,4 | 1 | 3,6 |
| 0,5 | 2 | 7,1 |
| 0,6 | 1 | 3,6 |
| 0,7 | 0 | 0,0 |
| 0,8 | 1 | 3,6 |
| 0,9 | 0 | 0,0 |
| 1 | 1 | 3,4 |
| 1,1 | 1 | 3,4 |
| 1,2 | 3 | 10,2 |
| 1,3 | 3 | 10,2 |
| 1,4 | 5 | 17,0 |
| 1,5 | 18 | 61,4 |
| 1,6 | 14 | 47,7 |
| 1,7 | 11 | 37,5 |
| 1,8 | 12 | 40,9 |
| 1,9 | 12 | 39,1 |
| 2 | 8 | 26,1 |
| 2,1 | 7 | 22,8 |
| 2,2 | 6 | 19,6 |
| 2,3 | 13 | 42,4 |
| 2,4 | 45 | 146,7 |
| 2,5 | 50 | 163,0 |



Correlazione di De Mello, 1971



Correlazione $\phi'_p = f(D_R, GR)$.
 Schmertmann, 1978b

ARTICOLAZIONE DI CAMPAGNE DI INDAGINI E PRECAUZIONI DA UTILIZZARE PER LA LORO CORRETTA REALIZZAZIONE: ALCUNI ESEMPI APPLICATIVI

Opera lineare in Salerno. I 5 punti: P.D.-Modello geologico, geotecnico e geomeccanico -Dolomie e marne-strade e versante-pubblico e privato

SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
 Dott. Geol. Biagio Palma – IdroGeo S.r.l.



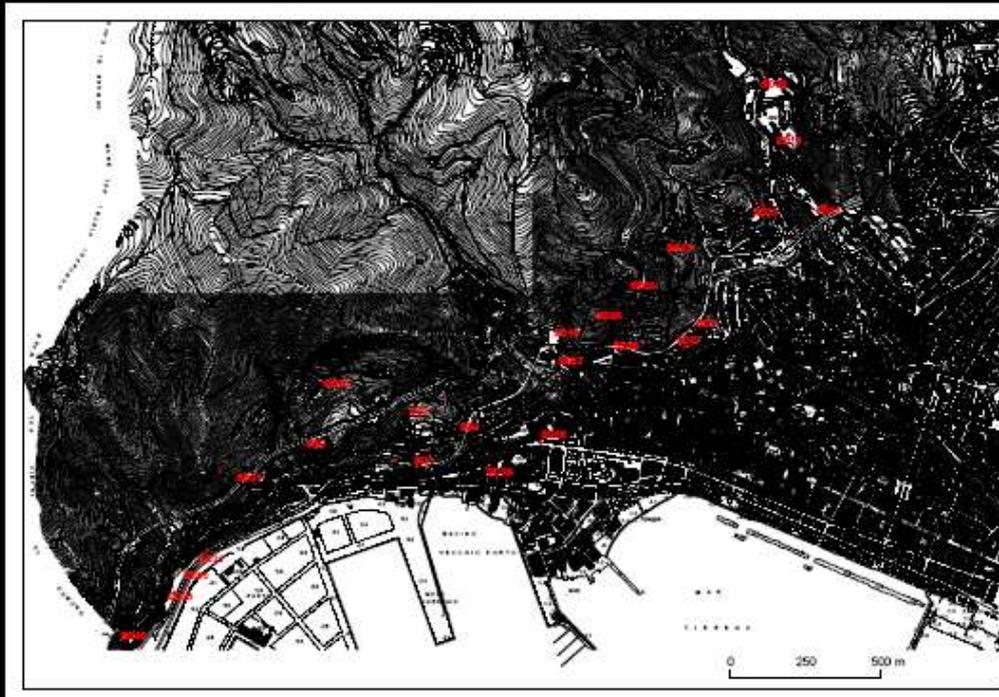
a) Calcari marnosi e marne



b) Marne argillose



Dolomie di base



| Sondaggio | Quota terreno (m s.l.m.) | Profondità (m) | Piezometro | Prova Lugeon | SPT | CPT | Campioni |
|-----------|--------------------------|----------------|------------|--------------|-----|-----|----------|
| SD4 | 117 | 85 | si | | | | |
| SD7 | 100 | 30 | | | 7 | | |
| SD7bis | 100 | 20 | | | 4 | | 2 |
| SD8 | 166,5 | 85 | | 5 | | | 8 |
| SD8bis | 166,8 | 105 | si | | | | 6 |
| SD9 | 242 | 160 | si | | | | |
| SD15 | 141 | 120 | | | | | |
| SD16 | 127 | 45 | | | | | 2 |
| SD36 | 54 | 55 | | 5 | | | |
| SD36bis | 54 | 55 | | | | | |
| SD37 | 80 | 30 | | | 8 | | 2 |
| SD039 | 99 | 20 | | | | | |
| SD40 | 4 | 30 | si | | 4 | | 3 |
| SD41 | 2,8 | 30 | | | 3 | 4 | 6 |
| SD42 | 2,5 | 30 | | | 2 | 2 | |
| SD43 | 69,8 | 20 | | | 3 | | 1 |
| SD43bis | 69,8 | 20 | | | 4 | | |
| SD44 | 100,5 | 30 | | | 10 | | 4 |
| SD47 | 133 | 70 | | 5 | | | |
| SD49 | 101 | 6 | | | 1 | | 1 |
| SD49bis | 101 | 20 | | 1 | 3 | | |
| SD50 | 109 | 30 | | 2 | 5 | | |
| SD51 | 105 | 40 | | 2 | | | |
| SD52 | 190 | 53,5 | | | | | |
| SDi1 | 113 | 28 | | | | | |
| SDi2 | 113 | 25 | | | | | |

La scelta del carotiere

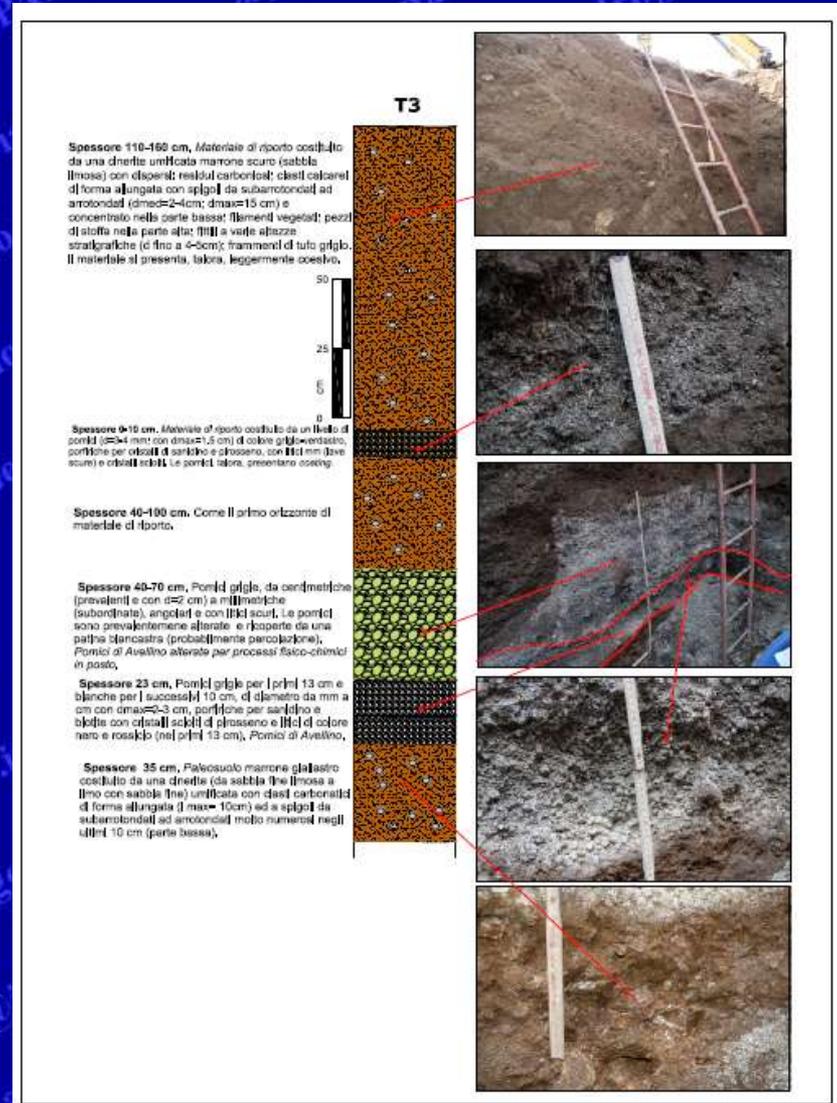
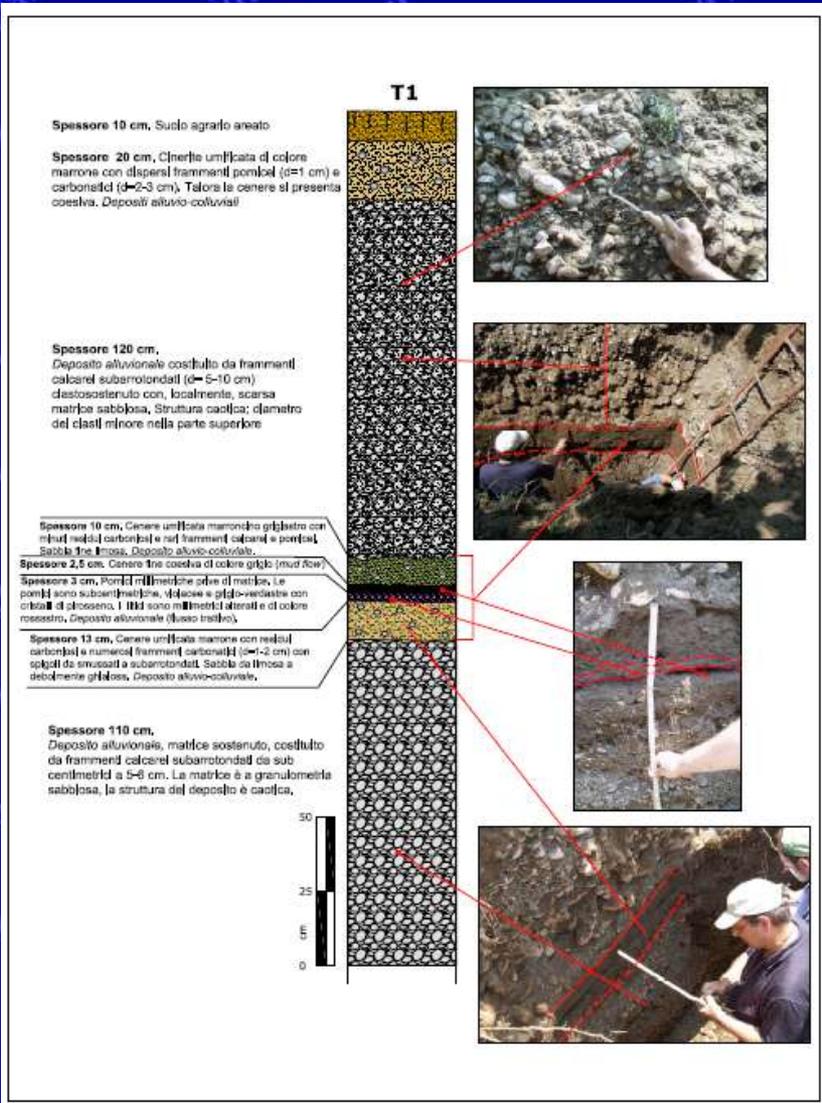
SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
Dott. Geol. Biagio Palma – IdroGeo S.r.l.



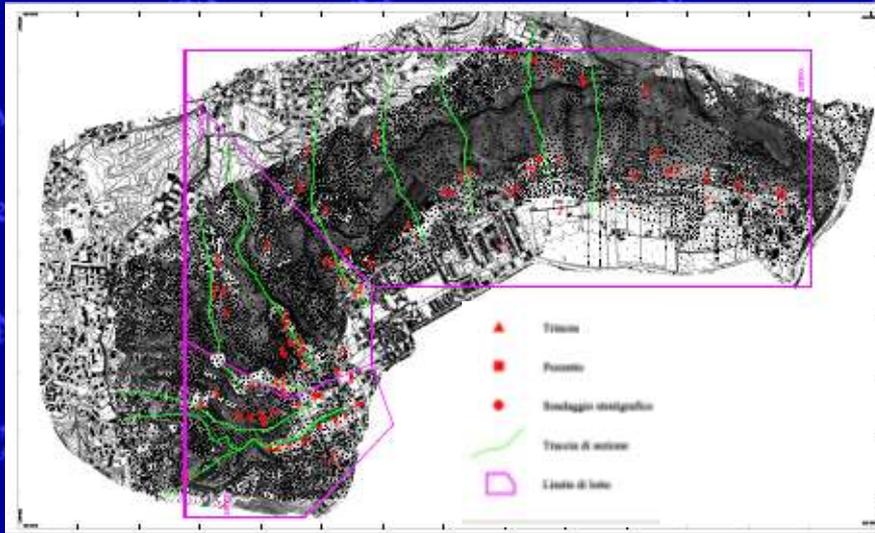
Avella. I 5 punti: Studio C.I.-Modello geologico – Detritico pricoclastico-su strade-pubblico+privato



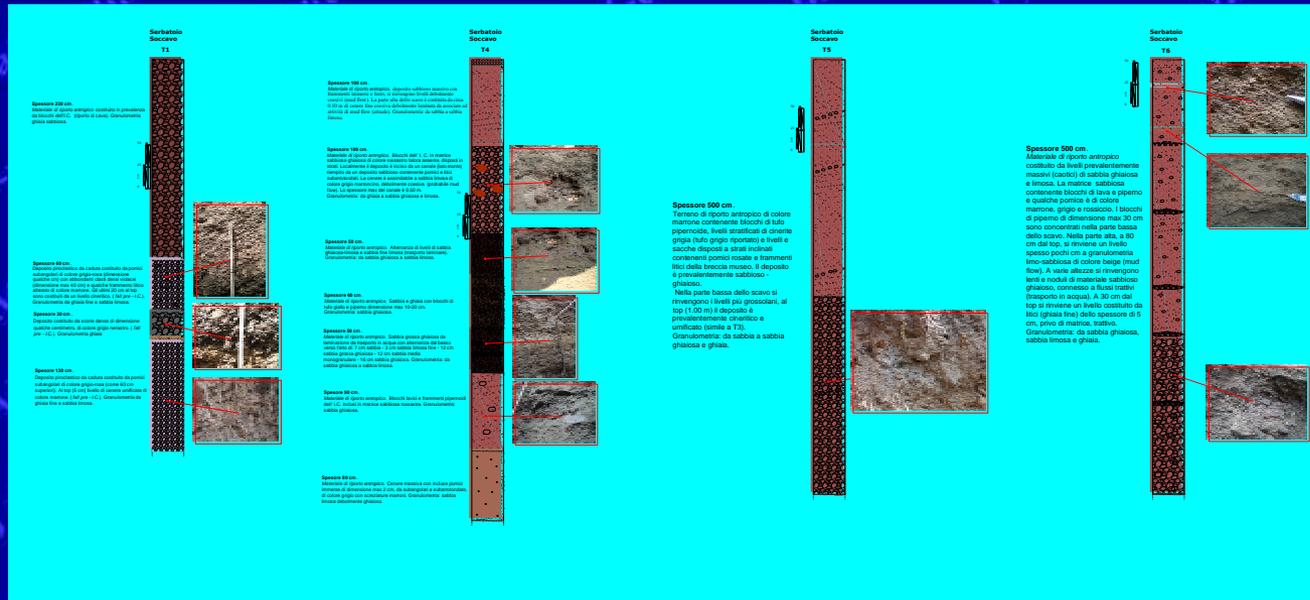
Conoide di Avella – Solo dalle trincee è possibile identificare la genesi del deposito



Opere per la mitigazione del rischio idrogeologico in Napoli. I 5 punti: P.D.E.-Modello geologico e geotecnico-Piroclastiti e colluvioni-su strade e versante-pubblico e privato

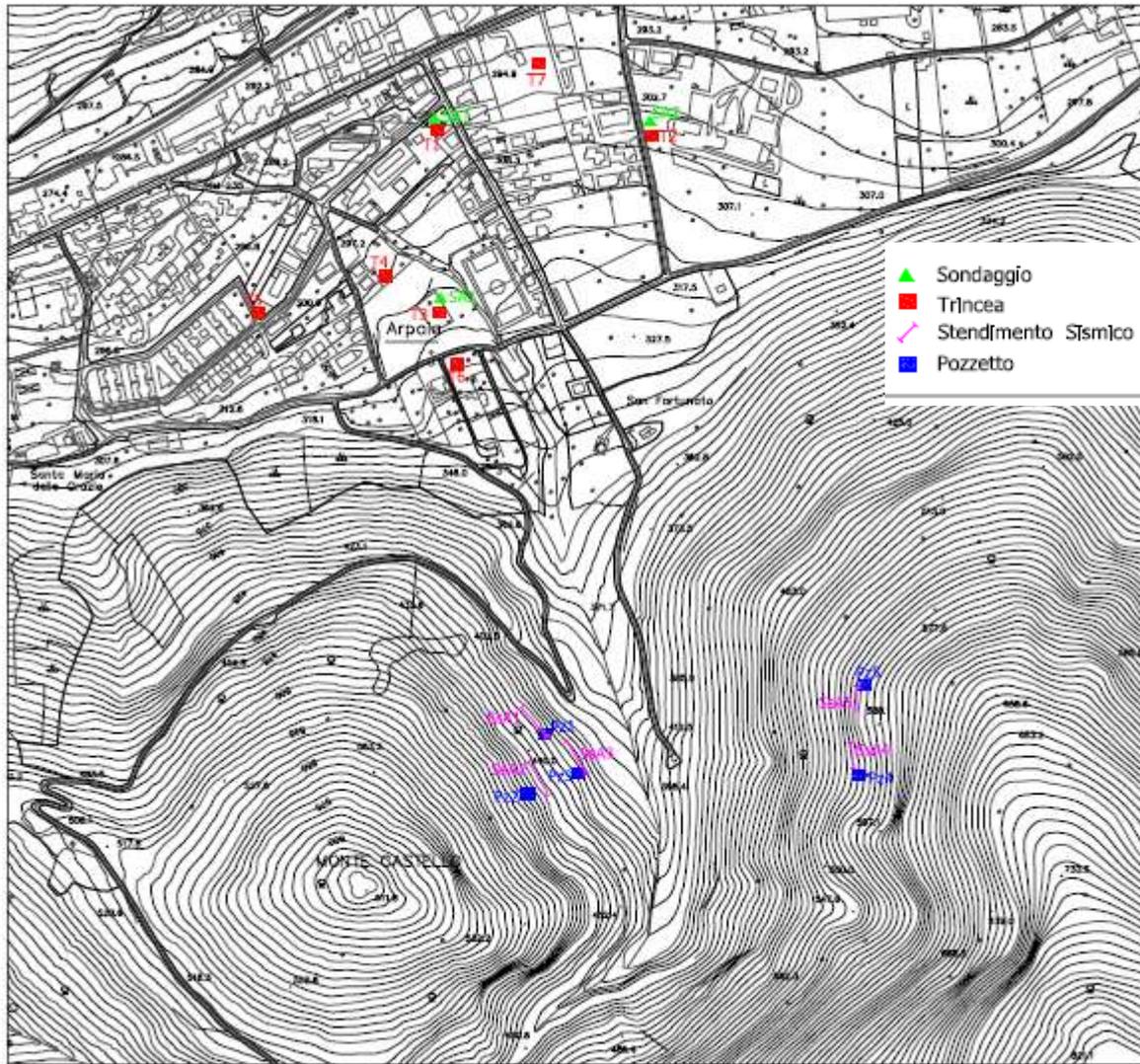


- 40 sondaggi geotecnici
- 125 prove penetrometriche dinamiche di tipo SPT
- 5 prove di Permeabilità (di tipo Lefranc)
- 30 campioni indisturbati
- 22 pozzetti stratigrafici
- 18 trincee esplorative



Sequenza stratigrafica collina dei Camaldoli (Calcaterra et al. 2007)

Arpaia. I 5 punti: Studio C.I.-Modello geologico – Detritico piroclastico-strade e versante – pubblico e privato



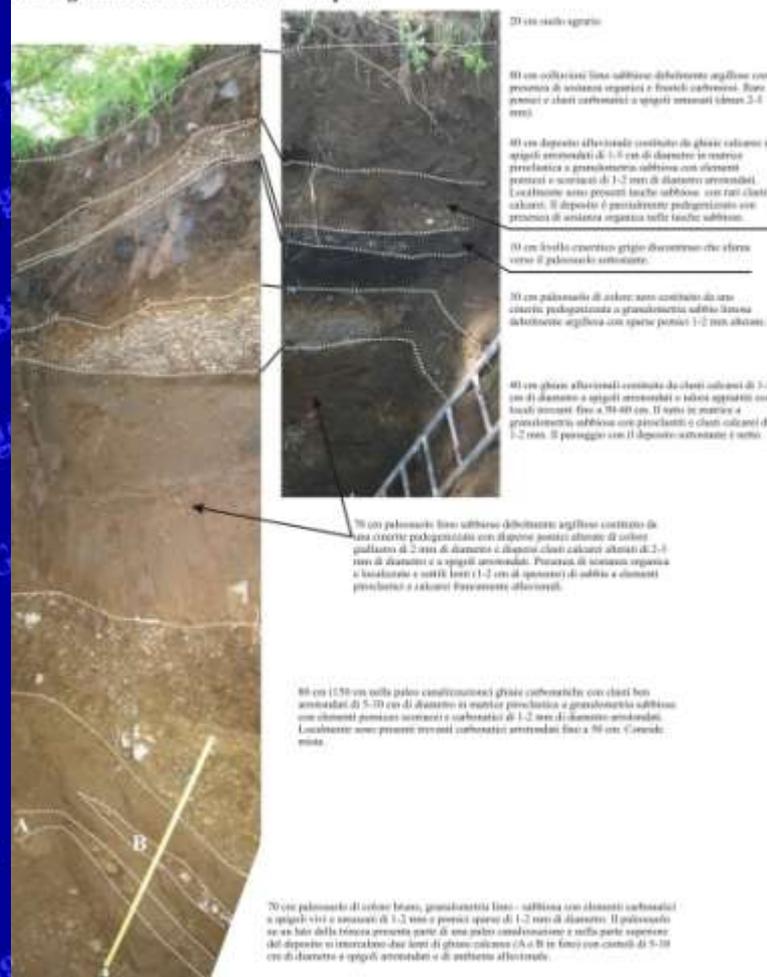
| Tipo di Indagine | Id. Prova | Prof. esplorata (m) | N.SPT | N CI |
|---------------------------------|-----------|---------------------|-------|------|
| Sondaggio a carotaggio continuo | SA1 | 21,50 | 7 | 1 |
| | SA2 | 20,00 | 4 | 0 |
| | SA3 | 20,45 | 6 | 1 |
| Trincea esplorativa | T1 | 4,90 | | |
| | T2 | 4,15 | | |
| | T3 | 4,30 | | |
| | T4 | 4,20 | | |
| | T5 | 3,60 | | |
| | T6 | 4,90 | | |
| | T7 | 4,40 | | |
| Pozzetto | PZ1 | 1,50 | | 1 |
| | PZ2 | 1,20 | | 1 |
| | PZ3 | 1,20 | | 1 |
| | PZ4 | 1,00 | | 0 |
| | PZ5 | 1,10 | | 1 |
| Tomografia simica | SSA 01 | 14,50 | | |
| | SSA 02 | 9,00 | | |
| | SSA 03 | 13,00 | | |
| | SSA 04 | 7,70 | | |
| | SSA 05 | 11,00 | | |

Arpaia. Descrizione di trincee esplorative

Stratigrafia della Trincea T6 - Arpaia



Stratigrafia della Trincea T7 - Arpaia



Rete ferroviaria in Puglia. I 5 punti: P.E.-Modello geologico, geotecnico e geomeccanico – Calcareniti e calcari – strade, sentieri tralicci ENEL – pubblico e privato

Articolazione campagna



| Sondaggio | Quota m s.l.m. | Profondità m da p.c. | Piezometro | Sismico in foro | SPT | | | Campioni | | |
|-----------|-------------------|-------------------------|------------|-----------------|-----|-------------|------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | N. | m dap.c. | NSPT | CI (Campione indisturbato) | CR (Campione rimanecciato) | CL (Campione semidisturbato) |
| S1 | 19.91 | 15.00 | si | | 1 | 1.40-1.45 | 36 | | 6 | |
| | | | | | 2 | 4.5-4.95 | rit. | | | |
| | | | | | 3 | 6.00-6.45 | rit. | | | |
| | | | | | 4 | 7.50-7.95 | rit. | | | |
| S2 | 26.48 | 15.00 | si | | 1 | 1.50-1.95 | 23 | | | |
| | | | | | 2 | 3.00-3.45 | 1 | | | |
| | | | | | 3 | 4.40-4.85 | 25 | | | |
| | | | | | 4 | 6.00-6.45 | 20 | | | |
| | | | | | 5 | 7.50-7.95 | 7 | | | |
| | | | | | 6 | 8.00-8.45 | 11 | | | |
| | | | | | 7 | 10.50-10.95 | 16 | | | |
| S3 | 53.55 | 15.00 | si | | 1 | 1.50-1.95 | 23 | | | |
| | | | | | 2 | 3.00-3.45 | rit. | | | |
| | | | | | 3 | 4.50-4.95 | rit. | | | |
| S4 | 74.78 | 15.00 | si | | | | | | 9 | |
| S5 | 81.98 | 15.00 | si | | | | | | 9 | |
| S6 | 96.09 | 15.00 | si | | | | | | 8 | |
| S7 | 92.13 | 31.00 | no | CH | | | | | 13 | |
| S8 | 66.34 | 15.00 | si | | 1 | 1.50-1.95 | 45 | | 6 | |
| | | | | | 2 | 3.00-3.45 | rit. | | | |
| | | | | | 3 | 11.20-11.65 | 27 | | | |
| S9 | 80.97 | 15.00 | no | | | | | | 5 | |
| S10 | 86.54 | 15.00 | no | | | | | | 3 | |
| S11 | 89.46 | 15.00 | no | | 1 | 1.50-1.95 | rit. | | | |
| | | | | | 2 | 6.50-6.95 | rit. | | | |
| | | | | | 3 | 9.10-9.55 | rit. | | | |
| | | | | | 4 | 11.50-11.95 | 47 | | | |
| | | | | | 5 | 13.50-13.95 | rit. | | | |
| S12 | 96.82 | 15.00 | no | | 1 | 1.50-1.95 | 16 | | | |
| | | | | | 2 | 3.00-3.45 | 20 | | | |
| S13 | 48.39 | 10.00 | si | | | | | | 6 | |
| S14 | 58.27 | 15.00 | si | | | | | | 3 | |
| S15 | 78.0.3 | 15.00 | si | | | | | | 6 | |

CAMPAGNA INDAGINI ANNO 2005 (PROGETTO DEFINITIVO)

- Sondaggio geognostico

CAMPAGNA INDAGINI ANNO 2012 (PROGETTO ESECUTIVO)

- PZ Pozzetto esplorativo
- T.esp Trincea Esplorativa

SONDAGGIO GEODNOSTICO A CARICAGGIO CONTINUO

- SIU attrezzata con piezometro a tubo aperto (TA)
- SIU non attrezzata con piezometro a tubo aperto (TA)
- SN-CH condizionato per prova sismica Cross-Hole

Confronto tra sondaggio e trincea esplorativa

SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
 Dott. Geol. Biagio Palma – IdroGeo S.r.l.

| Scala 1:110 | Profondità in | Stratigrafia | Descrizione | Campioni | Caricaggio % | Rivestimento | Perforazione | R.Q.D. % | Profilo | Vanni Test | Prove SPT | Prove in foro | Livello di falda | Note | Strumentazione in foro |
|-------------|---------------|--------------|-------------|----------|--------------|--------------|--------------|----------|---------|------------|-----------|---------------|------------------|------|------------------------|
| | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 28 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 31 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 32 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 33 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 34 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 35 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 36 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 37 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 38 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 39 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 40 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 41 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 42 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 43 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 44 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 45 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 46 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 47 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 48 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 49 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 51 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 52 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 53 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 54 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 55 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 56 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 57 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 58 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 59 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 60 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 61 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 62 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 63 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 64 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 65 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 66 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 67 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 68 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 69 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 70 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 71 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 72 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 73 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 74 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 75 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 76 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 77 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 78 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 79 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 80 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 81 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 82 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 83 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 84 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 85 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 86 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 87 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 88 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 89 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 90 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 91 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 92 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 93 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 94 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 95 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 96 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 97 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 98 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100 | | | | | | | | | | | | | | |

Materiale di Riporto

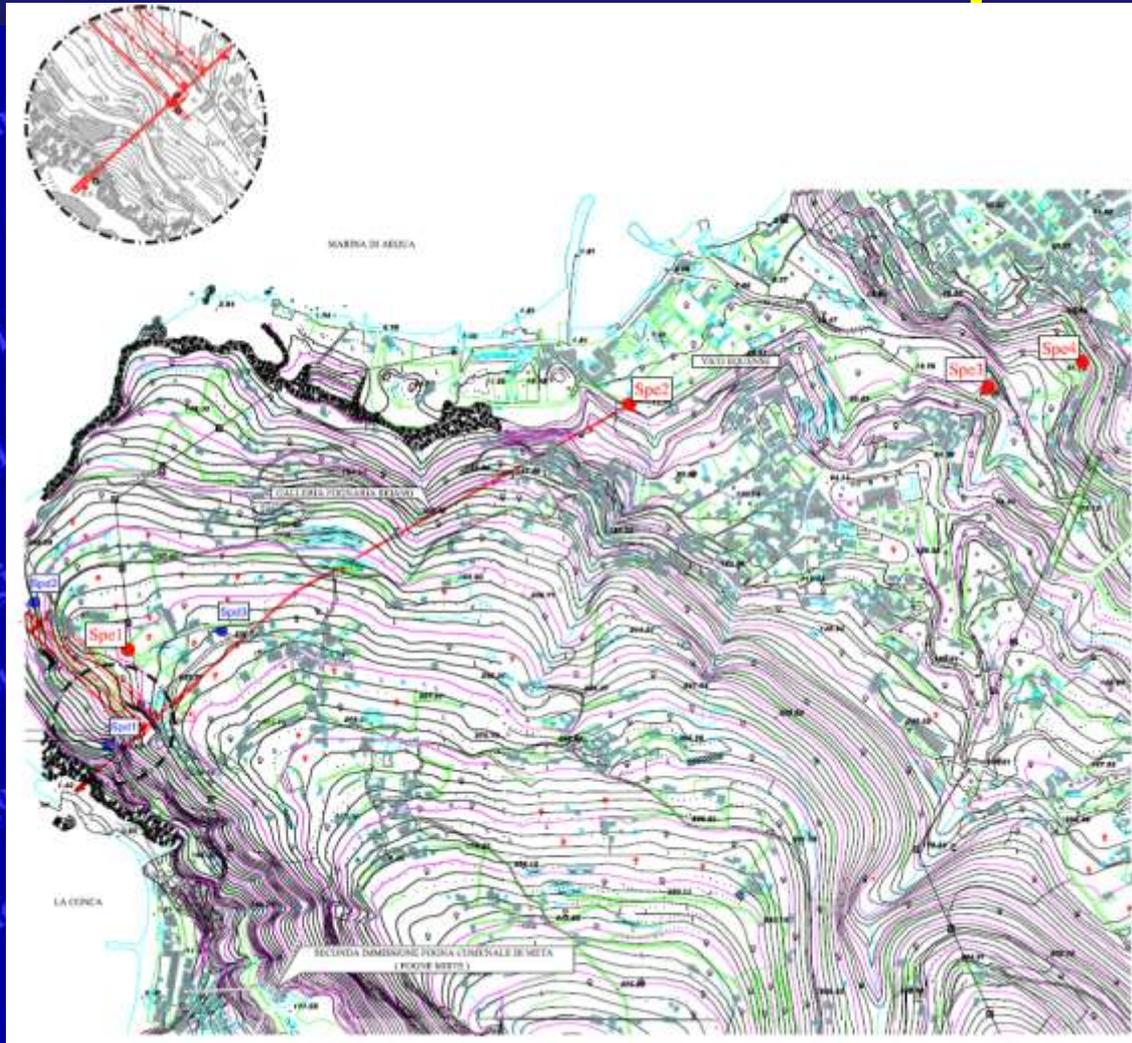


Calcareniti di Gravina



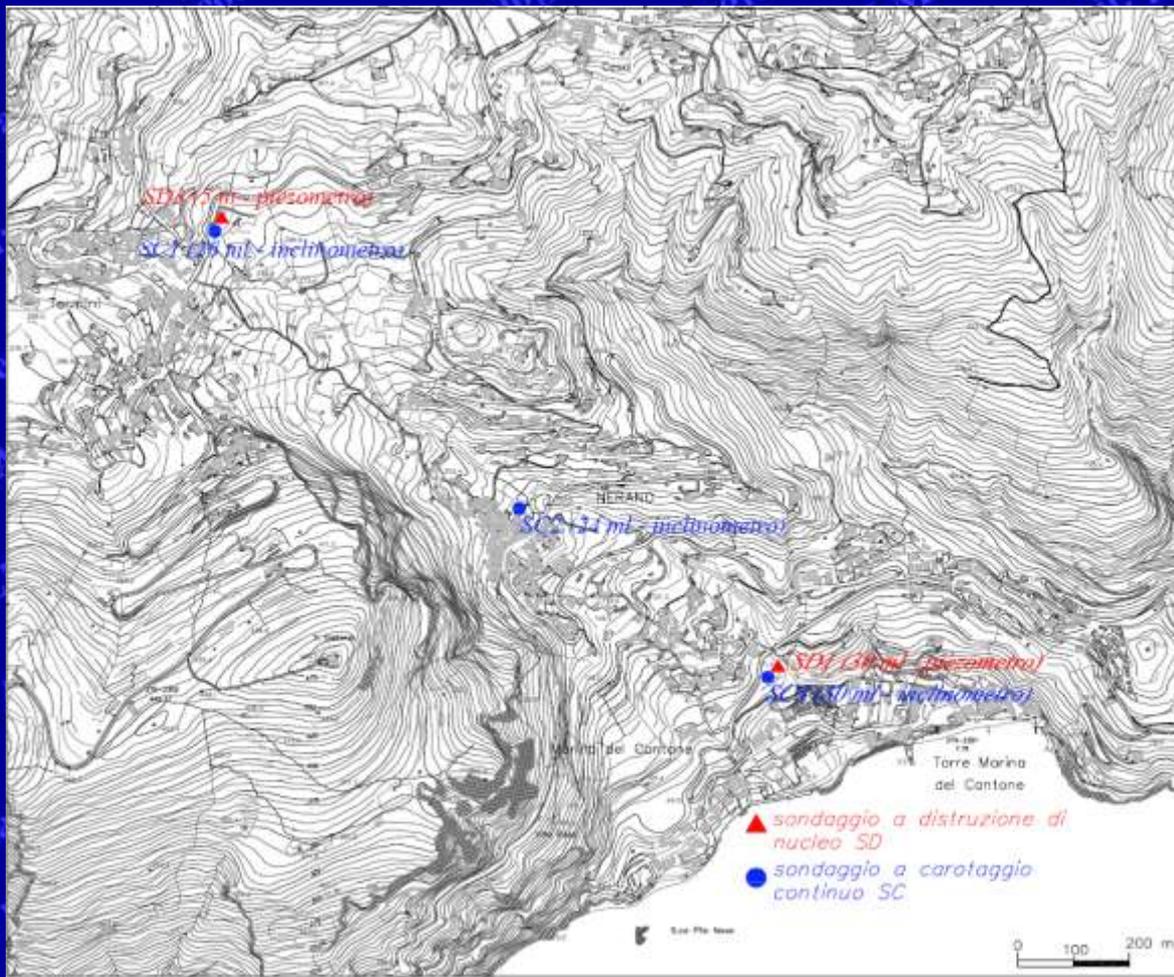
Galleria in Vico Equense. I 5 punti: Fase realizzativa-Modello geomeccanico – Calcari- in sotterranea - pubblico

SEMINARIO “Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito”. 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
 Dott. Geol. Biagio Palma – IdroGeo S.r.l.



| Id. Prova | Prof. esplorata (m) | N. SPT | N. CI |
|-----------|---------------------|--------|-------|
| Spd1 | 146.30 | | 5 |
| Spd2 | 146.20 | | 7 |
| Spd3 | 144.60 | | |
| Spe1 | 50.00 | | |
| Spe2 | 12.20 | 5 | |
| Spe3 | 23.50 | 2 | |
| Spe4 | 24.80 | 3 | |



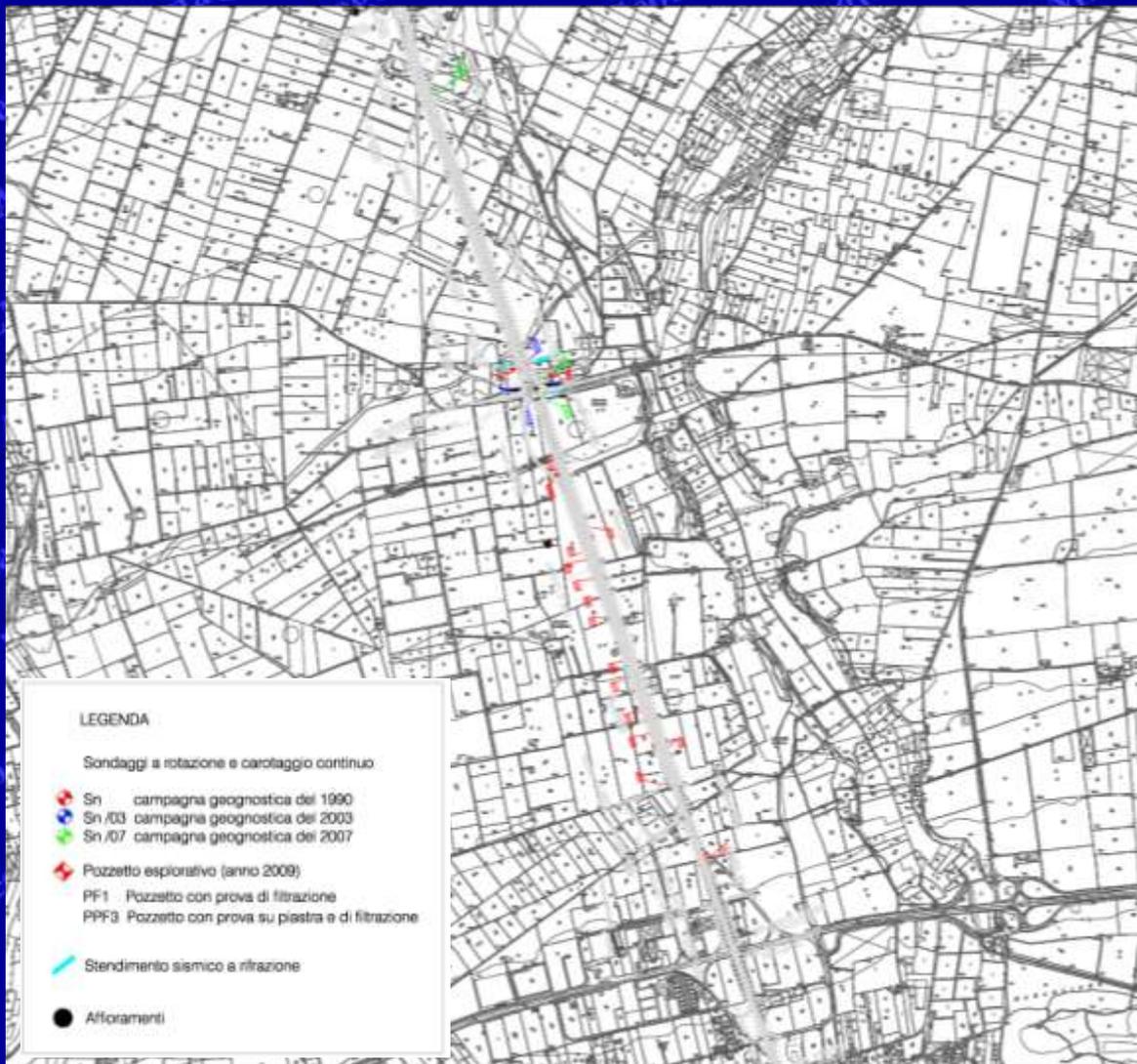


**Massa Lubrense. I
 5 punti: Studio-
 Modello geologico
 – Complesso
 eterogeneo –
 strade e sentieri –
 pubblico, privato
 e parco**

| Località | Sondaggio | Tecnica di perforazione | Profondità esplorata (m) | Campioni Indisturbati (m dal p.c.) | Tipo di condizionamento | Tratto condizionato |
|--------------------|-----------|-------------------------|--------------------------|--|-------------------------|---------------------|
| Termini | SC1 | CC | 26.00 | n.1 - 21.00-21.30 n.2 - 21.30-21.55 | inclinometro | 25.00 |
| | SD3 | CD | 5.00 | - | piezometro | 5.00 |
| Nerano | SC2 | CC | 24.00 | n.1 - 7.50-7.85 n.2 - 7.85-8.20 | inclinometro | 23.00 |
| Marina del Cantone | SC3 | CC | 30.00 | - | inclinometro | 29.00 |
| | SD1 | CD | 30.20 | - | piezometro | 30.00 |

Strada in Puglia. I 5 punti: Fase realizzativa-Modello idrogeologico-Sabbie ed argille-strade e piste-pubblico

SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
 Dott. Geol. Biagio Palma - IdroGeo S.r.l.

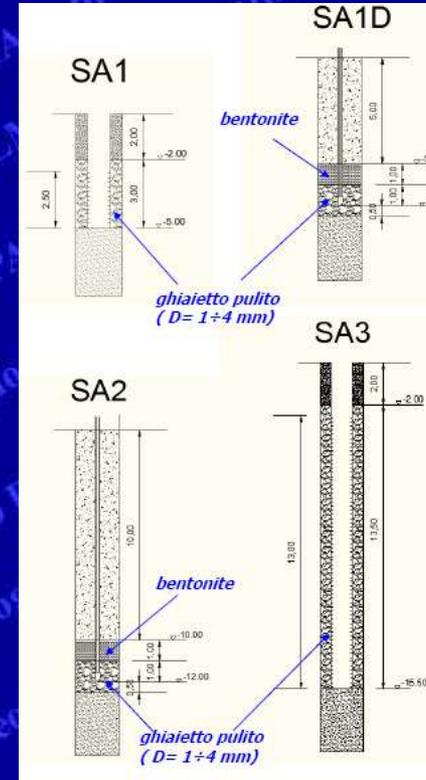
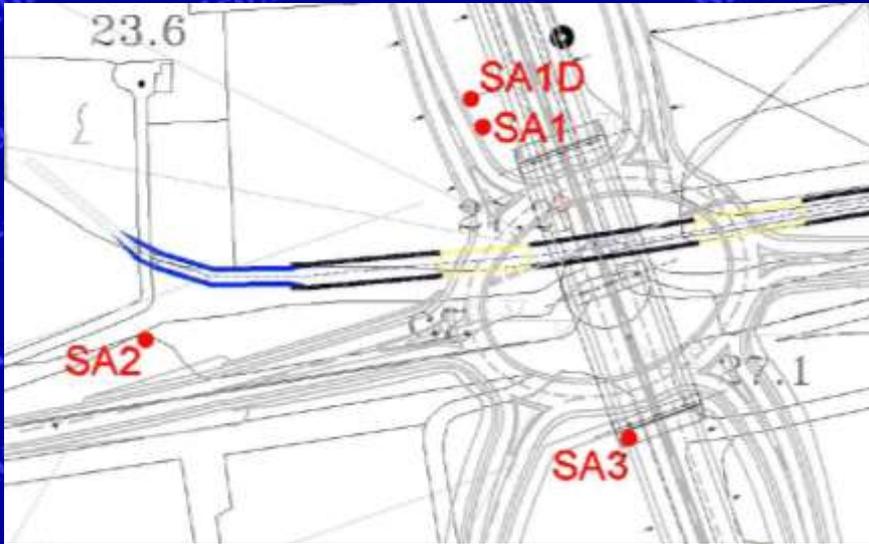


Campagna indagini annessa al Progetto Definitivo

| sondaggio | profondità investigata da p.c. (m) | tipo di prova | identificativo campione | profondità prelievo da p.c. (m) | Falda | profondità falda da p.c. (m) |
|-----------|------------------------------------|---|-------------------------|---------------------------------|-------|------------------------------|
| S1/07 | 20,00 | 6 SPT | | | si | 1,60 |
| S2/07 | 20,00 | 6 SPT | | | si | 9,50 |
| S3/07 | 20,00 | 4 SPT | | | si | 12,30 |
| S1/093 | 20,00 | | Cl-1 | 6,50-7,00 | si | 5,00 |
| S2/093 | 20,00 | | Cl-1 | 8,00-8,30 | si | 5,00 |
| S18 | 32,00 | | | | no | |
| S20 | 20,70 | | | | no | |
| S23 | 25,40 | | | | si | 2,00 |
| S24 | 27,00 | | | | no | |
| S25 | 26,00 | | | | no | |
| S26 | 26,80 | | | | no | |
| S27 | 30,00 | | | | no | |
| S28 | 27,20 | | | | no | |
| S29 | 29,00 | | | | no | |
| S30 | 26,20 | | | | no | |
| S31 | 26,50 | | | | no | |
| S32 | 25,00 | | | | no | |
| S33 | 28,00 | | | | no | |
| S34 | 29,50 | | | | no | |
| S35 | 25,90 | | | | no | |
| PF1 | 5,00 | prova di permeabilità in pozzetto | PF1/1 | 1,00 | si | 4,70 |
| | | | PF1/2 | 2,20 | | |
| | | | PF1/3 | 4,90 | | |
| | | | PF1/a | 1,50 | | |
| PPF3 | 5,00 | prove su piastra in pozzetto, prova di permeabilità in pozzetto | PPF3/1 | 1,40 | no | |
| | | | PPF3/2 | 2,60 | | |
| | | | PPF3/3 | 4,00 | | |
| | | | PPF3/a | 1,20 | | |
| | | | PPF3/b | 2,10 | | |

Puglia S.S. 106

SEMINARIO "Ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo. Sondaggi e prove geotecniche in sito". 31 maggio 2013. Aula De Capoa, DISTAR, L.go S. Marcellino (NA)
 Dott. Geol. Biagio Palma – IdroGeo S.r.l.



**Tipo di
condizioni
onamen
to dei
piezometri**

| Sondaggio | Metri di Carotaggio (m) | Quota (m s.l.m.) | N. SPT | Profondità campioni indisturbati | Profondità prove Lefranc (m dal p.c.) | Profondità finestratura piezometro a tubo aperto (m dal p.c.) | Profondità installazione cella Casagrande (m dal p.c.) |
|-----------|-------------------------|------------------|--------|----------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| SA1 | 14 | 21,70 | 4 | - | 2,70÷5,00 | 2,50÷5,00 | - |
| SA1D | - | 21,80 | - | - | 5,80÷7,50 | - | 7,00 |
| SA2 | 16 | 24,60 | 5 | - | 5,50÷7,50 7,20÷9,50 | - | 12,00 |
| SA3 | 24 | 27,70 | 3 | 7,50÷8,00 17,00÷17,50 | 7,30÷9,50 13,00÷16,50 | 2,50÷15,50 | - |

Campagna finalizzata alla definizione della permeabilità dei terreni e monitoraggio della piezometrica



TRA LE TANTE COSE NON DIMENTICARE MAI DI:

- VERIFICARE SE IL PUNTO DI INADAGINE E' RAGGIUNGIBILE DALLE ATTREZZATURE
- ASSICURARSI DELLA PRESENZA DI PUNTI PER L'APPROVIGGIONAMENTO IDRICO
- CONSEGNARE SEMPRE LE SPECIFICHE TECNICHE AL COMMITTENTE
- FORNIRE AL SONDADATORE LA SCHEDA DI SONDAGGIO
- OVE POSSIBILE OSSERVARE L'ASPETTO DEI LITOTIPI COME APPAIONO IN AFFIORAMENTO PRIMA DI ESEGUIRE LE STRATIGRAFIE.
- RICORDARE SEMPRE CHE LE STRATIGRAFIE SI FANNO “SULLA SONDA” E NON SULLE FOTO
- SCORTECCIARE SEMPRE LE CAROTE PRIMA DI DESCRIVERLE

PREZZARIO ANISIG. Prezzario di riferimento non valido per le nostre latitudini!!!!!!

| | | | |
|----------------------|--|------|--------|
| Nr. 8 PC.SS.004A | PERF. VERT. A CAROT. CONT. ø 101 mm ... GRANUL. FINE ... DA m 0 A m 20 DAL P.C. Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, di diametro massimo 101 mm, in terreni a granulometria fine quali argille, limi, limi-sabbiosi (vedi classificazione A.G.I.). Per profondità da m 0 a m 20 dal p.c. euro (sessantanove) | m | 69.00 |
| Nr. 12 PC.SS.005A | PERF. VERT. A CAROT. CONT. ø 101 mm ... GRANUL. MEDIA ... DA m 0 A m 20 DAL P.C. Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, di diametro massimo 101 mm, in terreni a granulometria media quali sabbie e sabbie ghiaiose (vedi classificazione A.G.I.). Per profondità da m 0 a m 20 dal p.c. euro (novantanove) | m | 99.00 |
| Nr. 16 PC.SS.006A | PERF. VERT. A CAROT. CONT. ø 101 mm ... GRANUL. GROSS. O ROCCIA ... DA m 0 A m 20 DAL P.C. Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, di diametro massimo 101 mm, in terreni a granulometria grossolana quali ghiaie sabbiose, ghiaie e ciottoli (vedi classificazione A.G.I.), o in roccia. Per profondità da m 0 a m 20 dal p.c. euro (centosedici) | m | 116.00 |
| Nr. 22 PC.SS.007C | IMPIEGO DI DOPPIO CAROTIERE IN SONDAGGI A ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO. Impiego di doppio carotiere durante l'esecuzione di sondaggi a rotazione a carotaggio continuo. Per metro di perforazione. euro (diciassette) | m | 17.00 |
| Nr. 23 PC.SS.008A | PERF. VERT. A DISTR. DI NUCLEO ø 127 mm ... GRANUL. FINE ... DA m 0 A m 40 DAL P.C. Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a distruzione di nucleo, di diametro massimo 127 mm, in terreni a granulometria fine quali argille, limi, limi-sabbiosi (vedi classificazione A.G.I.). Per profondità da m 0 a m 40 dal p.c. euro (quarantasei) | m | 46.00 |
| Nr. 29 PC.SS.011A | IMPIEGO DI RIVEST. MET. PROV. ... GRANUL. FINE ... DA m 0 A m 40 DAL P.C. Impiego di rivestimenti metallici provvisori in fori eseguiti a carotaggio o a distruzione in terreni a granulometria fine quali argille, limi, limi sabbiosi (vedi classificazione A.G.I.). Per profondità da m 0 a m 40 dal p.c. euro (undici) | m | 11.00 |
| Nr. 44 PC.SS.018A | PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI (PARETI SOTTILI) ... DA m 0 A m 20 DAL P.C. Prelievo di campioni indisturbati, nel corso di sondaggi a rotazione impiegando campionatori a pareti sottili spinti a pressione, con fustelle in acciaio inox di diametro 88.9 mm (da restituire entro 3 mesi da fine lavoro). Per prelievo da m 0 a m 20 dal p.c. euro (centododici) | cad. | 112.00 |
| Nr. 52 PC.SS.020A | ESECUZIONE DI SPT ... DA m 0 A m 20 DAL P.C. Esecuzione di Standard penetration test (SPT) nel corso di sondaggi a rotazione, in conformità con le Raccomandazioni AGI,1977. Per prova da m 0 a m 20 dal p.c. euro (novantanove) | cad. | 99.00 |

**Nel ricordavi che:
il sondaggio è un “arte”
ed è meglio NIENTE che un “BUCO”
vi ringrazio per l’attenzione**