



Comune di Capannoli

Provincia di Pisa

## DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA COMUNALE

**Deliberazione Numero 100 del 17/09/2018**

**OGGETTO:VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO PER SCADENZA DELL'EFFICACIA DI UN AMBITO DELLA TRASFORMAZIONE - UTOE STRATEGICA PER ATTIVITA' PRODUTTIVE AUP 2.2 - AVVIO DEL PROCEDIMENTO ART. 17 LRT 65/2014 ED ART. 22 LRT 10/2010.**

L'anno duemiladiciotto, il giorno diciassette del mese di Settembre, alle ore 14:30, presso la sede comunale, si è riunita la Giunta Comunale convocata nei modi di legge.

Risultano rispettivamente presenti ed assenti:

CECCHINI ARIANNA	Sindaco	P
MARIANELLI ALESSANDRA	Assessore	P
GIANNOTTI IVAN	Assessore	P
MERLINI GIANLUCA	Assessore	P
PARRINO SABINA	Assessore	P

Presiede la seduta, Sindaco Arianna Cecchini.

Assiste alla riunione e ne cura la verbalizzazione, ai sensi dell'art. 97, comma 4, lettera a) del D.Lgs. 267/2000, Il Segretario Comunale titolare Antonio Salanitri.

Il Sindaco, accertato il numero legale per poter deliberare validamente, dichiara aperta la seduta per la trattazione dell'oggetto sopraindicato.

Si procede pertanto con l'esame della proposta di deliberazione riportata di seguito.

Ai fini della decisione la Giunta ha preso preliminarmente atto dei pareri resi ai sensi dell'art. 49 comma 1 del D.Lgs.267/2000 relativamente alla sotto riportata proposta di deliberazione; i pareri sono allegati alla presente deliberazione.

## LA GIUNTA COMUNALE

### **Premesso che:**

In data 05/09/2018, prot 5625, è pervenuto all'Amministrazione Comunale a cura e spese del proponente (proprietari del terreno e soggetto attuatore) il documento preliminare di VAS propedeutico all'avvio del procedimento per l'attuazione del comparto in esame.

Il documento preliminare di VAS è stato esaminato dall'Autorità Competente dell'epoca (ottobre 2013) ed è stato inviato agli S.C.A. per i contributi istruttori al fine di redigere il Rapporto Ambientale.

Sono pervenuti contributi da parte di:

- Acque SPA (04/10/2013);
- Consorzio di bonifica val d'era (26/10/2013);
- Autorità di Bacino del Fiume Arno (25/09/2013);
- ARPAT (24/10/2013)
- Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo (15/10/2013);
- Terna Rete Italia (16/10/2013);

I contributi pervenuti sono stati resi noti all'epoca sia all'Autorità Competente che al proponente.

In data 10/05/2014, prot 3352, è pervenuta all'Amministrazione Comunale la proposta di Piano Attuativo ma in sede istruttoria si sono evidenziate carenze documentali (schema di convenzione condiviso, N.T.A. adeguata, particolari delle opere di urbanizzazione per definire computi metrici e garanzie) per cui non è stato possibile inviare al Consiglio Comunale la proposta di adozione del P.A.

Si sono succeduti negli ultimi anni diversi incontri tra soggetto attuatore e Amministrazione Comunale per verificare la sussistenza di elementi concreti di sostenibilità dell'intera operazione edilizio-urbanistica.

E' pervenuta da parte del proponente in data 08/06/2018, prot. 4281, la richiesta documentata (elaborati progettuali mancanti e documento preliminare di VAS aggiornato a seguito dei contributi pervenuti da parte degli SCA nel 2013) di procedere con l'istruttoria e addivenire alla fase di adozione del piano attuativo, nel mentre però la previsione di zona stava perdendo l'efficacia previsionale e non c'erano i tempi tecnici per addivenire, nei termini, alla stipula della convenzione.

Tale ambito unitario di progetto ricade fuori dal territorio urbanizzato (procedura artt. 25 e 227 della LRT 65/2014 - Conferenza di Copianificazione), nel Piano Strutturale è rappresentato come una specifica UTOE strategica produttiva di valenza sovra comunale (riconosciuto come strategia di ambito sovra comunale anche nel PTC e nella documentazione di avvio del procedimento del PSI dell'Unione dei Comuni Valdera); nella cartografia (Tav. 2 - Il territorio comunale sud - scala 1:5.000) e nella NTA del RU detto ambito è denominato "AUP 2.2 - UTOE strategica per attività produttive" e viene normato con specifico articolo (art 33) ed apposita Scheda Norma che viene riportata di seguito per estratto.

Tale ambito non è stato inserito nella variante approvata nel 2017 per aggiornamento del RU a scadenza quinquennale in quanto con la precedente variante manutentiva al RU (del 2013) sono state apportate modifiche ai parametri edilizio urbanistici della zona e detta previsione ha riacquisito efficacia a partire dalla notizia di approvazione della variante sul BURT (quinquennio dal 04/09/2013 al 04/09/2018).

### **Ciò premesso,**

Vista la Relazione Illustrativa redatta dal responsabile del Settore I "Uso ed Assetto del territorio", che contiene la descrizione della variante al R.U e suoi contenuti, che viene allegata alla presente delibera sotto la lettera A) per farne parte integrante e sostanziale;

Visto il nuovo documento preliminare di VAS aggiornato a seguito dei contributi pervenuti da parte degli SCA nel 2013) che viene allegato alla presente deliberazione per farne parte integrante e sostanziale sotto la lett. B);

Vista la legge Regionale Toscana 65/2014 e la LRT 10/2010;

Visto il testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali Decreto Legislativo 18 agosto 2000 n. 267;

Visto il parere espresso dal Responsabile del Settore competente e dal Responsabile del Settore Finanziario in ordine alla regolarità contabile, ai sensi del comma 1 dell'art. 49 del Decreto legislativo n. 267 del 18 agosto 2000;

Visti gli articoli 107 e 109 del D.Lgs 267/2000;

Visto l'art. 179 del D.Lgs. 267/2000;

Ritenuto dover provvedere in merito;

Con votazione unanime espressa in forma palese per alzata di mano;

## **D E L I B E R A**

- 1) **Di richiamare** la premessa come parte integrante e sostanziale delle presenti disposizioni.
- 2) **Di approvare** la Relazione Illustrativa di avvio del procedimento redatta dal Responsabile del Settore I, che contiene la descrizione della variante al R.U., allegata alla presente delibera sotto la lettera A) per farne parte integrante e sostanziale.
- 3) **Di avviare** il procedimento di formazione della variante urbanistica ai sensi dell'art 17 della LRT 65/2014 e, contestualmente, ai sensi dell'art 22 della LRT 10/2010 per il procedimento di V.A.S.
- 4) **Di dare atto** che il Comune di Capannoli con delibera di Consiglio Comunale n. 42 del 24.10.2013 ha aderito all'esercizio associato della "Valutazione ambientale strategica" affidando all'Unione Valdera" il ruolo di Autorità Competente per la valutazione ambientale dei piani e delle varianti; a detta Autorità Competente verrà inviato, per gli atti conseguenti, il Documento Preliminare di V.A.S. allegato alla presente deliberazione sotto la lett B).
- 5) **Di dare atto** che il Garante dell'Informazione e della Partecipazione, ai sensi dell'art 37 della LRT 65/2014 risulta nominato nella figura del Responsabile del 2° Settore "Difesa e Gestione del Territorio" Geom. Luciano Giusti.
- 6) **Di dare atto** che ai sensi della Legge n. 241/90 il responsabile del presente procedimento e della sua attuazione è il responsabile del Settore I "Uso ed Assetto del Territorio".
- 7) **Di dare mandato** al Responsabile del Procedimento e al Garante dell'Informazione e della Partecipazione per l'adozione di tutti gli atti conseguenti al presente dispositivo.

*Quindi con votazione unanime espressa in forma palese per alzata di mano;*

## **D E L I B E R A**

*Di dichiarare il presente atto immediatamente eseguibile*

*Ai sensi dell'art. 134, quarto comma, del D. Lgs. 267 del 18/08/2000*

*Al fine di rendere più incisiva l'economicità e l'efficacia  
dell'azione amministrativa a mezzo di un'accelerazione del procedimento.*

Il presente verbale è composto da n. 4 pagine e n. 4 allegati.

Letto, approvato e sottoscritto

Il Sindaco  
Arianna Cecchini / ArubaPEC S.p.A.

Il Segretario Comunale  
Antonio Salanitri/ ArubaPEC S.p.A.



Comune di Capannoli  
Provincia di Pisa

Area: Settore I Uso ed assetto del Territorio  
Servizio: Ufficio Urbanistica

OGGETTO :

**Parere di regolarità tecnica espresso ai sensi dell'Art.49 del D.Lgs. 267/2000 sulla Proposta di Deliberazione della Giunta Comunale n. 118 del 15/09/2018 ad oggetto:**

**“VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO PER SCADENZA DELL'EFFICACIA DI UN AMBITO DELLA TRASFORMAZIONE - UTOE STRATEGICA PER ATTIVITA' PRODUTTIVE AUP 2.2 - AVVIO DEL PROCEDIMENTO ART. 17 LRT 65/2014 ED ART. 22 LRT 10/2010.” .**

Si esprime parere favorevole in ordine alla regolarità tecnica della proposta di deliberazione in oggetto specificata, ai sensi dell'art. 49 comma 1 del Decreto Legislativo n°267 del 18/08/2000.

Capannoli, 15/09/2018

Responsabile  
Vocino Maria antonietta / ArubaPEC S.p.A.



Comune di Capannoli  
Provincia di Pisa

Area: Settore I Uso ed assetto del Territorio  
Servizio: Ufficio Urbanistica

OGGETTO :

**Parere di regolarità contabile espresso ai sensi dell'Art.49 del D.Lgs. 267/2000 sulla Proposta di Deliberazione della Giunta Comunale n. 118 del 15/09/2018 ad oggetto:**

**“VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO PER SCADENZA DELL'EFFICACIA DI UN AMBITO DELLA TRASFORMAZIONE - UTOE STRATEGICA PER ATTIVITA' PRODUTTIVE AUP 2.2 - AVVIO DEL PROCEDIMENTO ART. 17 LRT 65/2014 ED ART. 22 LRT 10/2010.” .**

Si esprime parere favorevole in ordine alla regolarità contabile della proposta di deliberazione in oggetto specificata, ai sensi dell'art. 49 comma 1 del Decreto Legislativo n°267 del 18/08/2000.

Capannoli, 17/09/2018

Responsabile  
Ricci Antonella / ArubaPEC S.p.A.



**OGGETTO: VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO PER SCADENZA DELL'EFFICACIA DI UN AMBITO DELLA TRASFORMAZIONE - UTOE STRATEGICA PER ATTIVITA' PRODUTTIVE AUP 2.2 - AVVIO DEL PROCEDIMENTO.**

### **RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

#### **PREMESSA**

Il Comune di Capannoli è dotato di Piano Strutturale approvato con delibera di C.C. n. 43 del 31.07.2006 e di Regolamento Urbanistico approvato con delibera di C.C. n° 19 del 20/04/2009; il Regolamento Urbanistico ha acquistato efficacia a partire dal 01/07/2009.

Con delibera di C.C. n. 10 del 18.02.2013 il Comune di Capannoli ha adottato una variante manutentiva al R.U., approvata con delibera di C.C. n. 29 del 31.07.2013.

Con delibera di C.C. n.16 del 16/09/2016 il Comune di Capannoli ha approvato una variante al R.U. localizzativa di un ambito di recupero denominato "AUR 1.25 recupero area produttiva all'ingresso sud del capoluogo - parco auto d'epoca".

Con delibera di n. C.C. 43 del 26/09/2017 il Comune di Capannoli ha approvato la variante per aggiornamento a scadenza quinquennale del R.U.

Con delibera n.86 del 29/09/2017 la Giunta dell'Unione dei Comuni Valdera ha dato avvio del procedimento per la redazione del Piano Strutturale Intercomunale.

Con delibera di Giunta Comunale n. 58 del 13/06/2018 il Comune di Capannoli ha dato avvio al procedimento di una variante urbanistica per modifiche puntuali alle previsioni del R.U.

Il Comune è dotato di perimetro del territorio urbanizzato transitorio (art 224 della LRT 65/2014).



## MOTIVAZIONE DELLA VARIANTE

In data 05/09/2018, prot 5625, è pervenuto all'Amministrazione Comunale a cura e spese del proponente (proprietari del terreno e soggetto attuatore) il documento preliminare di VAS propedeutico all'avvio del procedimento per l'attuazione del comparto in esame.

Il documento preliminare di VAS è stato esaminato dall'Autorità Competente dell'epoca (ottobre 2013) ed è stato inviato agli S.C.A. per i contributi istruttori al fine di redigere il Rapporto Ambientale.

Sono pervenuti contributi da parte di:

Acque SPA (04/10/2013);

Consorzio di bonifica val d'era (26/10/2013);

Autorità di Bacino del Fiume Arno (25/09/2013);

ARPAT (24/10/2013)

Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo (15/10/2013);

Terna Rete Italia (16/10/2013);

I contributi pervenuti sono stati resi noti all'epoca sia all'Autorità Competente che al proponente.

In data 10/05/2014, prot 3352, è pervenuta all'Amministrazione Comunale la proposta di Piano Attuativo ma in sede istruttoria si sono evidenziate carenze documentali (schema di convenzione condiviso, N.T.A. adeguata, particolari delle opere di urbanizzazione per definire computi metrici e garanzie) per cui non è stato possibile inviare al Consiglio Comunale la proposta di adozione del P.A.

Si sono succeduti negli ultimi anni diversi incontri tra soggetto attuatore e Amministrazione Comunale per verificare la sussistenza di elementi concreti di sostenibilità dell'intera operazione edilizio-urbanistica.

E' pervenuta da parte del proponente in data 08/06/2018, prot. 4281, la richiesta documentata (elaborati progettuali mancanti e documento preliminare di VAS aggiornato a seguito dei contributi pervenuti da parte degli SCA nel 2013) di procedere con l'istruttoria e addivenire alla fase di adozione del piano attuativo, nel mentre però la previsione di zona



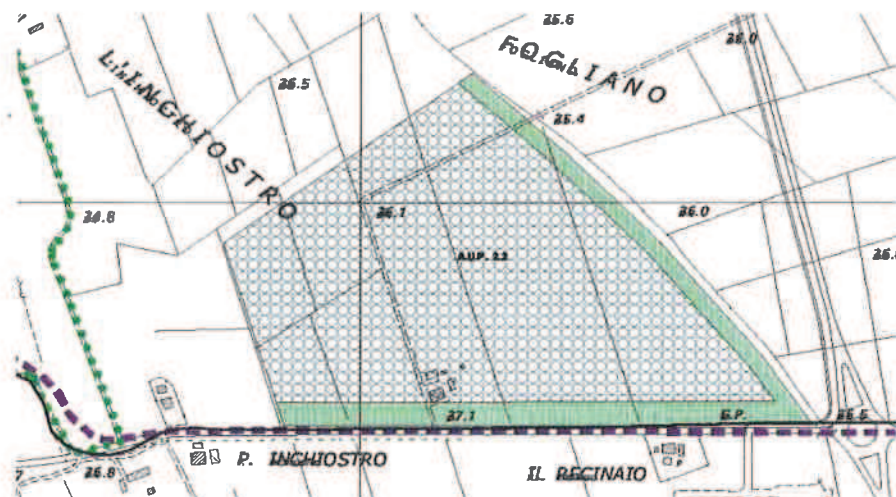


stava perdendo l'efficacia previsionale e non c'erano i tempi tecnici per addivenire, nei termini, alla stipula della convenzione.

Tale ambito unitario di progetto ricade fuori dal territorio urbanizzato (procedura artt. 25 e 227 della LRT 65/2014 - Conferenza di Copianificazione), nel Piano Strutturale è rappresentato come una specifica UTOE strategica produttiva di valenza sovra comunale (riconosciuto come strategia di ambito sovra comunale anche nel PTC e nella documentazione di avvio del procedimento del PSI dell'Unione dei Comuni Valdera); nella cartografia (Tav. 2 - Il territorio comunale sud - scala 1:5.000) e nella NTA del RU detto ambito è denominato "AUP 2.2 - UTOE strategica per attività produttive" e viene normato con specifico articolo (art 33) ed apposita Scheda Norma che viene riportata di seguito per estratto;

tale ambito non è stato inserito nella variante approvata nel 2017 per aggiornamento del RU a scadenza quinquennale in quanto con la precedente variante manutentiva al RU (del 2013) sono state apportate modifiche ai parametri edilizio urbanistici della zona e detta previsione ha riacquistando efficacia a partire dalla notizia di approvazione della variante sul BURT (quinquennio dal 04/09/2013 al 04/09/2018)

estratto Tav. 2 - Il territorio comunale sud - scala 1:5.000





vista da google maps



estratto scheda norma

N.B. con colore rosso sono indicate le poche introduzioni in variante alla scheda norma vigente e con barrato giallo le cancellazioni.

## U T O E Per attività produttive

### Scheda Norma AUP 2.2

Ambito unitario di progetto: "Le attività produttive"

a) Il Progetto: i dati urbanistici e dimensionali

- Superficie territoriale: mq 199.900
- Indice di fabbricabilità fondiaria: 4,0 mc/mq
- SUL ammessa: mq 135.000
- Percentuale da destinare a standards di urbanizzazione: almeno il 10% della superficie territoriale
- Altezza massima consentita: mt 12,00; **per progetti di particolare rilevanza e ricaduta territoriale e previa valutazione e decisione favorevole del Consiglio Comunale, l'altezza massima di zona potrà arrivare a 15,00 mt**
- Rapporto di copertura: 60 %
- Destinazioni ammissibili: industriale, commerciale, direzionale, logistico, artigianale. Il Piano attuativo definirà le percentuali delle singole destinazioni. Per le medie e grandi strutture commerciali si fa riferimento al Regolamento regionale di settore.
- Per il patrimonio edilizio esistente le destinazioni d'uso dovranno risultare compatibili con le attività produttive da insediare nell'AUP



**COMUNE DI CAPANNOLI**  
**Provincia di Pisa**

- Sono previsti 5 nuovi alloggi di mc 400 max ciascuno da destinare a residenza di servizio (per titolari di aziende, custodi, guardiani, comunque abitazioni a servizio della zona e/o foresterie)
- Per il raggiungimento degli obiettivi posti dal PS il Comune potrà inserire secondo necessità all'interno della convenzione misure compensative tramite prelazione, a costi concordati con il lottizzante, di una percentuale dei lotti da destinare a bandi con modalità prevista per le zone PIP.
- per quant'altro si fa rinvio all'art. 33

*b) Caratteristiche funzionali e morfologiche*

- Le tipologie dei nuovi interventi dovranno risultare per quanto possibile compatibili con il sistema edificato e con le partizioni del territorio e del paesaggio circostante

**c) Accessi, distribuzione viaria, infrastrutture e servizi, sistema di depurazione**

- Dovrà essere prodotto apposito studio della percezione dei capannoni dalla viabilità e dai principali punti di vista al fine di mitigare l'impatto ambientale delle nuove trasformazioni sia mediante il sistema del verde sia mediante l'utilizzo di materiali e finiture idonee. Tali fasce verdi, riportate in cartografia, da destinare a spazi pubblici ed a standard urbanistici, hanno valore indicativo rispetto alla localizzazione nell'ambito di progetto e dovranno essere verificate in sede progettuale;
- Dovrà essere previsto un unico accesso dalla SP n. 26 di Santo Pietro Belvedere. Il nuovo accesso sarà concordato con gli uffici competenti della Provincia di Pisa e dovrà per quanto possibile risultare congruente con l'accesso esistente nella limitrofa area produttiva nel territorio comunale di Peccioli. Dovrà essere verificata la specularità dei due accessi, tenuto conto della posizione del fabbricato esistente.
- Si prescrive la realizzazione di interventi di mitigazione dell'impatto ambientale.
- L'intervento nel suo complesso dovrà creare servizi all'impresa comuni a tutta la struttura produttiva;
- Il sistema delle infrastrutture e delle aree per la sosta dovrà contribuire a determinare l'identità della nuova trasformazione ed un complesso di spazi integrati per i servizi e per lo svago
- Dovrà essere elaborato uno studio della funzionalità del sistema di circolazione veicolare e pedonale e della sosta all'interno dell'AUP sia per le strade pubbliche che per quelle private o di uso pubblico
- Dovrà altresì essere elaborato uno studio inerente il sistema di distribuzione del maggior traffico indotto nel contesto della viabilità territoriale di riferimento

Si dovrà prevedere un depuratore a servizio della zona, d'intesa con l'ente gestore del servizio pubblico di depurazione; si potrà prevedere trattamenti primari all'interno delle aziende.

Il posizionamento dell'impianto di depurazione, di pozzi ed impianti connessi, potrà interessare il terreno contiguo alla presente UTOE, che ricade nell'UTA della pianura dell'Era, tramite studio di inserimento dal punto di vista ambientale

E' prescritta la realizzazione del duplice sistema fognario



- La realizzazione delle reti di urbanizzazione primaria a cura e spese dei lottizzanti comporta l'allacciamento alle reti esistenti
- Il progetto dovrà documentare i sistemi di produzione di energie alternative e la localizzazione degli impianti
- riguardo alla risorsa idrica, dovrà essere verificata l'adeguatezza della rete di distribuzione e il sistema di approvvigionamento, in base al fabbisogno idrico; si dovrà limitare la realizzazione di singoli pozzi di emungimento come indicato all'art. 25 della N.T.A. del Piano Strutturale
- Si intendono richiamate le condizioni alla trasformabilità elencate all'art. 53 della NTA del R.U.

#### D) INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E PROTEZIONE AMBIENTALE

- Dovrà essere previsto il recupero delle acque meteoriche e reflue mediante specifica normativa da definire nel piano attuativo.
- Dovrà essere perseguito il miglioramento funzionale del reticolo idraulico superficiale ed in particolare del Recinaio la cui sezione idraulica dovrà essere adeguata in continuità con quanto eseguito a monte della SP n. 26
- Dovranno essere eliminati annessi e manufatti abusivi
- Dovranno essere sostituiti o ristrutturati tutti i manufatti impropri, in contrasto morfologico con il contesto ambientale, esistente e di progetto.
- Le aree di pertinenza sono da progettare come sistema del verde e di parcheggio piantumato
- Le aree non edificate dovranno essere progettate quali spazi verdi, di parcheggio piantumato e di servizi tecnologici e impianti, limitando i piazzali asfaltati agli usi necessari
- si dovranno realizzare interventi di mitigazione dell'impatto ambientale
- si dovranno realizzare barriere costituite da siepi e cortine arboree lungo il perimetro dei lotti che prospettano su strade provinciali e spazi pubblici e sui lati più disturbati dell'intera area; le specie sono da individuare tra quelle che caratterizzano le aree di intervento e quelle a confine

#### e) Tutela e valorizzazione degli insediamenti, della qualità urbana, ambientale, edilizia e di accessibilità

~~Ai sensi del DPGR Toscana del 9 febbraio 2007 n. 2/R, Regolamento di attuazione dell'art. 37, comma 3, della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio) Disposizioni per la tutela e la valorizzazione degli insediamenti.~~ Dovrà essere dimostrata la qualità dell'intervento in rapporto al contesto territoriale, attraverso i seguenti indicatori di qualità:

- mobilità indotta
- trasporto pubblico



**COMUNE DI CAPANNOLI**  
**Provincia di Pisa**

- interconnessioni del trasporto privato con i sistemi di trasporto pubblico, le piste ciclabili, i percorsi pedonali, introducendo parcheggi di interscambi
- gestione e separazione dei flussi commerciali
- arredo urbano idoneo a migliorare fruibilità e decoro dello spazio urbano (alberature, sistemazioni a verde, attrezzature ecologiche)
- contenimento del consumo energetico degli edifici e sostenibilità edilizia
- contenimento dell'impermeabilizzazione del suolo, risparmio idrico, salvaguardia e ricostruzione delle riserve idriche anche potenziali
- rispetto dei requisiti di fruibilità accessibilità e sicurezza degli insediamenti

**Il soggetto attuatore, su richiesta del Comune, ha attivato procedura di VAS alla quale si fa rinvio per la sintesi delle interazioni dell'ambito di progetto con le singole risorse individuate nella valutazione ambientale; interazioni che dovranno essere approfondite in sede progettuale.**

Si segnala l'assenza di tubazioni lungo la Via Provinciale SP di Santo Pietro Belvedere per l'eventuale forniture del gas di rete.

#### F) MODALITÀ DI ATTUAZIONE

Piano attuativo unitario. Il piano potrà essere attuato per stralci

#### QUADRO CONOSCITIVO DI RIFERIMENTO

I riferimenti per il quadro conoscitivo della variante sono:

- PIT/PPR vigente (Scheda di Paesaggio: scheda d'ambito 08 "piana di livorno – pisa – pontedera")
- PTC della Provincia di Pisa
- PS comunale
- il quadro conoscitivo del documento di avvio del P.S.I.
- Piano intercomunale di protezione civile e piani d'emergenza
- Piano Comunale di Classificazione Acustica
- Piano triennale delle opere pubbliche
- PAER - Piano Ambientale ed Energetico Regionale approvato con delibera di GRT 10/2015
- PRQA - Piano Regionale per la Qualità dell'Aria



**COMUNE DI CAPANNOLI**  
Provincia di Pisa

- PRB - Piano regionale di gestione dei Rifiuti e Bonifica dei siti inquinati (Delibera di C.R. 94/2014)
- Pianificazione di bacino in materia di pericolosità idraulica e geomorfologica
- Pianificazione di distretto idrografico per la gestione delle acque
- PRB - Piano regionale di gestione dei Rifiuti e Bonifica dei siti inquinati (Delibera di C.R. 94/2014)

### **MATERIA VINCOLISTICA**

Il comparto non è interessato da vincoli di natura paesaggistica e risulta conforme al vigente P.C.C.A.

L'assenza di vincoli esclude la convocazione della Conferenza Paesaggistica di cui all'Art 21 del PIT/PPR e art 31 della LRT 65/2014.

### **INDICAZIONE DEGLI ENTI ED ORGANI PUBBLICI COMPETENTI A FORNIRE EVENTUALI APPORTI TECNICI E CONOSCITIVI IDONEI AD INCREMENTARE IL QUADRO CONOSCITIVO**

Al fine di acquisire apporti tecnici utili ad incrementare il quadro conoscitivo si ritiene opportuno inviare il documento di avvio del procedimento di variante ai seguenti Enti:

- Regione Toscana - Direzione Urbanistica e Politiche Abitative Settore Pianificazione del Territorio
- Regione Toscana - Direzione Ambiente e Energia Settore Energia e inquinamenti
- Regione Toscana - Direzione Politiche Mobilità, Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale Settore Progettazione e Realizzazione Viabilità Regionale -Pisa, Siena, Pistoia
- Regione Toscana - Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile Settore Genio Civile Valdarno Inferiore e Costa
- Provincia di Pisa - Dipartimento dello Sviluppo Locale Strumenti Urbanistici e trasformazioni territoriali
- A.U.S.L. Toscana Nord Ovest - Zona Pontedera
- ARPAT – Dipartimento di Pisa



**COMUNE DI CAPANNOLI**  
Provincia di Pisa

- A.I.T. Autorità Idrica Toscana
- A.T.O. Toscana Costa Autorità per il servizio di gestione rifiuti urbani
- Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale
- Consorzio di Bonifica 4 Basso Valdarno
- Vigili del Fuoco- Comando provinciale di Pisa
- Regione Carabinieri Forestale Toscana
- TELECOM ITALIA S.p.A.
- ENEL DISTRIBUZIONE S.p.A.
- Società Toscana Energia
- GEOFOR spa
- ACQUE S.p.A.
- Italia Nostra (presso Royal Victoria Hotel)
- WWF Sezione Regionale Toscana
- LIPU sezione di Pisa
- Legambiente Toscana
- INU Istituto Nazionale di Urbanistica
- Unione Comuni Valdera;
- Altri Comuni limitrofi (Peccioli, Ponsacco e Terricciola).

**INDICAZIONE DEL TERMINE ENTRO IL QUALE GLI APPORTI TECNICI DI CUI AL PUNTO PRECEDENTE DEVONO PERVENIRE ALL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE.**

Gli Enti di cui sopra potranno fornire gli apporti tecnici entro e non oltre 30 giorni dal ricevimento del documento di avvio del procedimento.

**VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA**

Il proponente (soggetto privato attuatore) ha presentato, ai sensi dell'art 23 della LRT 10/2010, il documento preliminare di VAS aggiornato rispetto a quello già consultato nel 2013 da sottoporre all'Autorità Competente attuale (Comitato Tecnico di Valutazione Ambientale dell'Unione dei Comuni Valdera) e da inviare agli S.C.A individuati dall'Autorità stessa.



**COMUNE DI CAPANNOLI**  
Provincia di Pisa

## **INDAGINI GEOLOGICHE**

Il progetto di variante al RU sarà supportato da indagini di fattibilità geologica in conformità alle disposizioni Regionali in materia di pianificazione.

## **PARTECIPAZIONE**

Verrà garantita la partecipazione dei cittadini e degli altri soggetti portatori di interesse ai sensi del DPGR 4/R.

## **GARANTE DELLA COMUNICAZIONE**

Il garante della comunicazione assicura la conoscenza effettiva e tempestiva delle scelte e dei supporti conoscitivi relativi alle fasi procedurali di formazione e adozione della pianificazione territoriale e promuove, nelle forme e con le modalità più idonee, l'informazione ai cittadini e altri portatori di interesse del procedimento medesimo.

Il comune di Capannoli è dotato di Regolamento per l'espletamento della funzione che è affidata al geom. Giusti Luciano.

Sarà compito del Garante, con riferimento alle linee guida approvate dalla Regione Toscana sui livelli partecipativi, assicurare la massima trasparenza delle scelte decisionali e la massima partecipazione di tutti i contro interessati.

## **PROCEDURE**

Al Responsabile del Procedimento per gli atti della pianificazione comunale, individuato nella figura del sottoscritto Responsabile del Settore 1 "Uso ed Assetto del Territorio", è affidato il compito per tutti gli atti conseguenti all'avvio del presente procedimento della variante.

Capannoli, li 15/09/2018



**Il Responsabile del Settore I**  
Arch. Maria Antonietta Vocino





Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

PROPONENTE: Sig.ri Stizza Nazareno e Galli Caterina  
AUTORITÀ PROCEDENTE: Comune di Capannoli - Consiglio Comunale  
AUTORITÀ COMPETENTE: Comitato Tecnico di Valutazione Ambientale dell'Unione Valdera.  
SOGGETTO ATTUATORE Soc. Golf Immobiliare srl

### *U.T.O.E le attività produttive*

### *Ambito Unitario di Progetto (AUP) 2.2 "le attività produttive"*



*DOCUMENTO PRELIMINARE DI VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA  
(ART 23 DELLA L.R.T. 10/2010)*

*Maggio 2018*



**Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini**

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

### ***GRUPPO DI PROGETTAZIONE INCARICATO DAL SOGGETTO ATTUATORE***

- Studio di Geologia Nencini Claudio Corso Repubblica 142
- Dr. geol. Chiara Marconi Via P.Chiari ,23 Casciana T (PI)
- Studio Associato di Architettura Dott. Arch. Franco Aringhieri - Dott. Arch. Antonella Bini

### ***RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO***

(arch. Maria Antonietta Vocino)



## Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

### INDICE

Riferimenti Normativi	pag. 4
Piano Attuativo AUP 2.2 Descrizione interventi	pag. 13
Prima Valutazione delle coerenze	pag. 16
Stato Attuale dell'ambiente	pag. 17
Stima dell'impatto sulle risorse	pag. 32
Misure compensative per ridurre gli impatti sulle risorse	pag. 33
Stima degli effetti	pag. 41
Indicazioni per il Monitoraggio	pag. 41

### ***APPENDICI***

Indagine geologica dell'area
Studio idrologico idraulico del Recinaio
Studio idrogeologico del sottosuolo area AUP2.2
Progetto impianto di fitodepurazione



## 1. **PREMESSA**

La valutazione ambientale strategica, "VAS", è lo strumento mediante il quale gli aspetti di natura ambientale sono analizzati contestualmente all'elaborazione degli atti di pianificazione.

La Valutazione Ambientale Strategica (V.A.S.) è definita come *"il processo sistematico inteso a valutare le conseguenze sul piano ambientale delle azioni proposte nell'ambito dei piani urbanistici, al fine di garantire che gli effetti siano valutati e affrontati in modo adeguato fin dalle prime fasi del processo decisionale"*. Gli aspetti ambientali sono valutati allo stesso piano di quelli di ordine economico e sociale. L'obiettivo principale della VAS è pertanto quello di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e di arricchire la programmazione con le dovute considerazioni ambientali al fine di promuovere lo "sviluppo sostenibile".

In sintesi la VAS è un documento utile a:

- 1) *Per capire se nella definizione dei contenuti della Variante al R.U. siano stati tenuti in piena considerazione gli effetti ambientali prevedibili*
- 2) *Per definire gli indirizzi della Variante*
- 3) *Per individuare preventivamente gli effetti che deriveranno dall'attuazione del piano*
- 4) *Per selezionare tra varie possibili soluzioni alternative quelle maggiormente rispondenti agli obiettivi dello sviluppo sostenibile*
- 5) *Per individuare le misure volte a impedire, mitigare o compensare l'incremento delle eventuali criticità ambientali presenti e i potenziali impatti negativi delle scelte operate*

## 2. **RIFERIMENTI NORMATIVI E PROCEDURALI**

### 2.1 NORMATIVA

La Valutazione Ambientale Strategica (VAS) è stata introdotta nella Comunità Europea dalla direttiva 2001/42/CE "concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente". A livello nazionale, la Direttiva 2001/42/CE è stata recepita nella parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "*Norme in materia ambientale*". La normativa nazionale è stata recepita dalla Regione Toscana con la legge regionale 12 febbraio 2010, n.10 "*Norme in materia di valutazione ambientale strategica (VAS) di valutazione di impatto ambientale (VIA) e di valutazione di incidenza*", successivamente modificata dalla L.R. 30 dicembre 2010, n. 69 e dalla L.R. 17 febbraio 2012, n. 6.

La VAS in base alla normativa vigente, costituisce un procedimento di valutazione che corre parallelamente alla redazione del piano e lo accompagna, in maniera indipendente, anche nella fase di presentazione e valutazione delle osservazioni sino alla definitiva approvazione.

La trasformazione del territorio in progetto è soggetta a VAS in quanto:



- a) determina effetti significativi sull'ambiente;
- b) costituirà il quadro di riferimento per l'approvazione, per la localizzazione e la realizzazione di opere ed interventi i cui progetti, pur non essendo sottoposti a Valutazione di Impatto Ambientale, possono tuttavia avere effetti significativi sull'ambiente;
- c) potrà rappresentare il riferimento anche per progetti, che per le loro caratteristiche dimensionali e qualitative, possono essere assoggettati a procedura di VIA.

### ***Aspetti procedurali***

Come disposto dall'art. 8 della l.r. 10/2010, al fine di evitare duplicazione nelle procedure di deposito, pubblicità e partecipazione, l'intero processo valutativo si inquadra all'interno del percorso di elaborazione dello strumento di pianificazione, a partire dal momento in cui l'amministrazione comunale predispose l'atto con il quale dà inizio formale alla procedura fino alla definitiva approvazione dello strumento.

### ***Avvio della procedura e adozione***

L'avvio formale del processo di valutazione ambientale avviene con la finalità di ottenere contributi, pareri ed eventuali ulteriori informazioni, di cui tener conto nello sviluppo della valutazione. Il **documento preliminare** è un documento che contiene le informazioni utili a comporre, il rapporto ambientale. Il documento preliminare illustra:

- a) gli obiettivi e gli scenari di riferimento;
- b) valuta la loro coerenza con quelli degli altri strumenti di pianificazione;
- c) illustra la metodologia con la quale si intende costruire il quadro conoscitivo ambientale;
- d) definisce gli obiettivi di protezione ambientale;
- e) individua i possibili effetti significativi sull'ambiente.

Questi elementi consentono di comporre il rapporto ambientale, i cui contenuti comprendono:

- la verifica della coerenza degli obiettivi individuati e delle azioni con gli altri strumenti o atti di pianificazione sovraordinati (coerenza esterna) e, per quel che riguarda le azioni, con le linee di indirizzo, gli obiettivi, gli scenari e le eventuali alternative dello stesso piano oggetto della valutazione (coerenza interna);
- la valutazione degli effetti attesi sotto il profilo ambientale delle eventuali diverse soluzioni alternative;
- il confronto delle alternative e le ragioni che hanno condotto alla selezione di quella ritenuta migliore;



- l'indicazione delle misure di mitigazione cioè degli interventi o delle azioni previste per ridurre o compensare gli eventuali impatti negativi sull'ambiente generati dall'attuazione degli atti di pianificazione;
- la definizione di un adeguato sistema di monitoraggio;
- una sintesi non tecnica delle informazioni contenute nel rapporto ambientale.

Il rapporto ambientale e la sintesi non tecnica saranno adottati (vedi art. 8, comma 6, della l.r. 10/2010), contestualmente alla proposta degli atti di pianificazione.

### ***Fase successiva all'adozione dello Strumento della Pianificazione***

Con l'adozione contestuale, del Piano Attuativo, del rapporto ambientale e della sintesi non tecnica, si conclude la prima parte del processo di VAS che prosegue secondo le seguenti fasi:

- 1) comunicazione da parte del *proponente* all'*autorità competente* della proposta degli atti di pianificazione adottati, del rapporto ambientale e della sintesi non tecnica e contestuale pubblicazione sul BURT di un avviso (art. 25, comma 1, l.r. 10/2010);
- 2) pubblicizzazione dei documenti adottati per 60 giorni entro i quali chiunque – soggetti competenti in materia ambientale, pubblico interessato, associazioni - hanno la facoltà di presentare osservazioni all'autorità competente e all'autorità procedente; tale fase coincide con quella prevista dall'art. 17 della l.r. 1/2005 con l'istituto delle osservazioni;
- 3) espressione del parere motivato dell'autorità competente entro i 90 giorni successivi alla scadenza del termine di cui al punto 2 che può contenere eventuali proposte di miglioramento degli atti di pianificazione;
- 4) a seguito del parere motivato, trasmissione da parte del proponente all'autorità procedente:
  - della proposta degli atti di pianificazione eventualmente modificati;
  - del rapporto ambientale;
  - del parere motivato;
  - della documentazione acquisita durante la fase delle osservazioni;
  - della proposta della dichiarazione di sintesi.

Al termine di queste fasi si potrà procedere all'approvazione con un provvedimento che sarà accompagnato da una dichiarazione di sintesi contenente la descrizione:

- a) dei contenuti della variante predisposta;
- b) delle modalità con cui le considerazioni ambientali sono state integrate negli atti di pianificazione;
- c) delle modalità con cui si è tenuto conto del rapporto ambientale, delle risultanze delle consultazioni e del parere motivato;
- d) delle motivazioni e delle scelte anche alla luce delle possibili alternative individuate nell'ambito del processo di VAS.



Di seguito si riporta una tabella riassuntiva degli adempimenti procedurali previsti dalla normativa

<b>Atti previsti dalla normativa</b>	<b>Tempistica prevista (l.r. 10/2010 e ss.mm.ii)</b>
1. Predisposizione del Documento Preliminare secondo gli indirizzi riportati all'art. 23 della l.r. 10/2010. Trasmissione del Documento all'autorità competente e ai soggetti competenti in materia ambientale (di seguito individuati)	non definibile
2. Acquisizione dei pareri e conclusione degli adempimenti	Entro 30 giorni dall'invio del Rapporto Preliminare (termine concordato tra Autorità procedente o proponente e autorità competente ai sensi del comma 2, art. 23 della l.r. 10/2010 e ss.mm. e ii)
3. Stesura del Rapporto Ambientale e della sintesi non tecnica; redazione della Variante puntuale	non definibile
4. Adozione contestuale della Variante e del Rapporto Ambientale e della Sintesi non tecnica	non definibile
5. Pubblicazione del provvedimento di adozione contestuale della Variante al Regolamento Urbanistico, del Rapporto Ambientale e della Sintesi non tecnica sul Bollettino ufficiale della Regione (B.U.R.T.)	15 - 20 giorni dal recepimento della Variante e della V.A.S.
6. Deposito della documentazione sopra citata presso gli uffici dell'autorità competente, procedente e proponente; pubblicazione sito web del Comune e trasmissione ai soggetti competenti in materia ambientale e agli enti territoriali individuati	Contestualmente alla pubblicazione sul B.U.R.T.
7. Osservazioni alla Variante al R.U. e alla V.A.S.	60 giorni a partire dalla data di pubblicazione sul B.U.R.T.
8. Espressione del parere motivato (approvazione della V.A.S.) da parte dell'autorità competente	A seguito dei 60 giorni dalla data di pubblicazione sul B.U.R.T. e comunque entro 90 giorni a seguire dai precedenti 60
9. Dichiarazione di sintesi delle eventuali revisioni della Variante al Regolamento urbanistico	non definibile
10. Trasmissione della Variante al Regolamento Urbanistico, del Rapporto Ambientale, del Parere Motivato e della documentazione pervenuta tramite le consultazioni al Consiglio Comunale	non definibile
11. Approvazione della Variante al Regolamento Urbanistico	non definibile
12. Pubblicazione contestuale della delibera di approvazione della Variante al R.U., del parere motivato e della dichiarazione di sintesi sul Bollettino ufficiale della Regione (B.U.R.T.) con indicazione della sede dove è possibile prendere visione di tutta la documentazione	non definibile

## 2.2 **Attribuzione delle competenze individuazione dei soggetti coinvolti nel procedimento**

La normativa attribuisce all'Amministrazione Comunale le competenze in materia di VAS ed individua le seguenti figure:

1. **Autorità proponente** è identificabile nei Sig.ri Stizza Nazareno e Galli Caterina soggetto attuatore *SOC. GOLF. IMMOBILIARE S.R.L.*
2. **Autorità procedente** è individuata nel Consiglio Comunale di Capannoli in quanto organo competente all'adozione ed approvazione degli strumenti di pianificazione territoriale e degli atti di governo del territorio.
3. **Autorità competente** è individuata nel Comitato Tecnico di Valutazione Ambientale dell'Unione Valdera. Il comitato tecnico infatti presenta requisiti di:



- a) *separazione rispetto all'autorità procedente*
- b) *adeguato grado di autonomia*
- c) *competenza in materia di tutela, protezione e valorizzazione ambientale e di sviluppo sostenibile*

All'individuazione dell'autorità competente si è giunti utilizzando la seguente procedura

- con delibera n° 69 del 02/08/2013 ad oggetto: "Indirizzi Sulla Gestione Associata di ( VAS )" la Giunta dell'Unione Valdera ha approvato gli indirizzi sulla gestione associata di valutazione ambientale strategica (VAS), individuati nel Piano Operativo, individuando **nell'Unione Valdera l'organo di gestione dell'Autorità Competente per la VAS** di piani e varianti; individuava altresì nel **Comitato Tecnico di Valutazione Ambientale** l'organo di gestione dell'Autorità competente.
- con delibera di Consiglio Comunale n. 49 del 29/11/2013 ad oggetto: "Esercizio associato tramite Unione Valdera della funzione di Valutazione Ambientale Strategica", il Comune di Palaia ha aderito all'esercizio associato;
- in data 24/06/2014 si è insediato il Comitato Tecnico di Valutazione Ambientale che esercita le Funzioni di Autorità Competente in materia di V.A.S. in forma Associata fra i Comuni ad oggi aderenti, elaborando il regolamento per il funzionamento dell'Autorità competente;
- con delibera di Giunta dell'Unione Valdera n. 89 del 01/08/2014 ad oggetto: "Funzione Associata Vas. Approvazione Regolamento per il funzionamento dell'Autorità Competente" è stato approvato il Regolamento di funzionamento dell'Autorità competente.

### **2.3 Soggetti competenti in materia ambientale (S.C.A.),**

ovvero le pubbliche amministrazioni e gli Enti interessati e/o chiamati a concorrere nel processo di valutazione della Variante a cui trasmettere il presente documento preliminare ai sensi degli artt. 19 e 20 della LRT 10/2010 sono stati individuati in:

#### **REGIONE TOSCANA**

##### **Direzione Urbanistica e Politiche Abitative**

Settore Pianificazione del Territorio

Settore Tutela, Riquilificazione e Valorizzazione del Paesaggio

##### **Direzione Ambiente e Energia**

Settore Energia e inquinamenti

##### **Direzione Politiche Mobilità, Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale**

Settore Progettazione e Realizzazione Viabilità Regionale- Pisa, Siena, Pistoia





**Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini**

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

**Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile**  
Settore Genio Civile Valdarno Inferiore e Costa  
[regionetoscana@postacert.toscana.it](mailto:regionetoscana@postacert.toscana.it)

**Provincia di Pisa**  
Dipartimento dello Sviluppo Locale Strumenti Urbanistici e trasformazioni territoriali  
[protocollo@provpisa.pcertificata.it](mailto:protocollo@provpisa.pcertificata.it)

**A.U.S.L. Toscana Nord Ovest zona Valdera**  
[direzione.uslnordovest@postacert.toscana.it](mailto:direzione.uslnordovest@postacert.toscana.it)

**ARPAT – Dipartimento di Pisa**  
[arp.at.protocollo@postacert.toscana.it](mailto:arp.at.protocollo@postacert.toscana.it)

**Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio**  
per le Province di Pisa e Livorno  
[mbac-sabap-pi@mailcert.beniculturali.it](mailto:mbac-sabap-pi@mailcert.beniculturali.it)

**MIBAC Segretariato regionale del Ministero**  
dei beni e delle attività culturali e del turismo per la Toscana  
[mbac-sr-tos@mailcert.beniculturali.it](mailto:mbac-sr-tos@mailcert.beniculturali.it)

**Comando Prov.le Vigili del Fuoco**  
[com.prev.pisa@cert.vigilfuoco.it](mailto:com.prev.pisa@cert.vigilfuoco.it)

**Comando Carabinieri Forestale di Pisa**  
[coord.toscana@pec.corpoforestale.it](mailto:coord.toscana@pec.corpoforestale.it)

**A.I.T. 2 Basso Valdarno**  
[protocollo@pec.autoritaidrica.toscana.it](mailto:protocollo@pec.autoritaidrica.toscana.it)

**A.T.O. Toscana Costa**  
Autorità per il servizio di gestione rifiuti urbani  
[atotoscanacosta@postacert.toscana.it](mailto:atotoscanacosta@postacert.toscana.it)

**Autorità di Bacino del Fiume Arno**  
[adbarno@postacert.toscana.it](mailto:adbarno@postacert.toscana.it)

**Al Consorzio di Bonifica 4 Basso Valdarno**  
[segreteria@pec.c4bassovaldarno.it](mailto:segreteria@pec.c4bassovaldarno.it)

**Al Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord**  
[protocollo@pec.cbtoscananord.it](mailto:protocollo@pec.cbtoscananord.it)

**TELECOM ITALIA S.p.A.**  
[telecomitalia@pec.telecom.it](mailto:telecomitalia@pec.telecom.it)



**Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini**

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

**Enel Distribuzione S.p.A.**

[produttori-eneldistribuzione@pec.enel.it](mailto:produttori-eneldistribuzione@pec.enel.it)

**Società Toscana Energia**

[toscanaenergia@pec.it](mailto:toscanaenergia@pec.it)

**Terna S.p.a.**

[aot-firenze@pec.terna.it](mailto:aot-firenze@pec.terna.it)

**2i Rete Gas s.p.a.**

[2iretegas@pec.2iretegas.it](mailto:2iretegas@pec.2iretegas.it)

**SNAM RETE GAS**

[distrettoceoc@pec.snamretegas.it](mailto:distrettoceoc@pec.snamretegas.it)

**GEOFOR spa**

[geofor@legalmail.it](mailto:geofor@legalmail.it)

**ACQUE S.p.A.**

[info@pec.acque.net](mailto:info@pec.acque.net)

**ANAS Viabilità Toscana**

[anas.toscana@postacert.stradeanas.it](mailto:anas.toscana@postacert.stradeanas.it)

**Rete Ferroviaria Italiana S.p.a.**

[Protaziendale.firenze@pec.rfi.it](mailto:Protaziendale.firenze@pec.rfi.it)

**Sindaci dei Comuni limitrofi**

**Camera di Commercio Di Pisa**

[cameracommercio@pi.legalmail.camcom.it](mailto:cameracommercio@pi.legalmail.camcom.it)

**Unione Industriale Pisana**

[unioneindustrialepisana@pec.it](mailto:unioneindustrialepisana@pec.it)

**CNA**

[cnapisa@cert.cna.it](mailto:cnapisa@cert.cna.it)

**Confartigianato**

[confartigianato@pec.confartigianato.pisa.it](mailto:confartigianato@pec.confartigianato.pisa.it)

**Unione Provinciale Agricoltori Di Pisa**

[confagricolturapisa@pec.it](mailto:confagricolturapisa@pec.it)



**Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini**

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

**Confcommercio Pisa**

[segreteria@pec.confcommerciopisa.it](mailto:segreteria@pec.confcommerciopisa.it)

**Confesercenti Toscananord**

[confesercentitoscananord@consipec.it](mailto:confesercentitoscananord@consipec.it)

**Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Pisa**

[oappc.pisa@archiworldpec.it](mailto:oappc.pisa@archiworldpec.it)

**Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pisa**

[ordine.pisa@ingpec.eu](mailto:ordine.pisa@ingpec.eu)

**Ordine dei geologi della Toscana**

[ordine@pec.geologitoscana.net](mailto:ordine@pec.geologitoscana.net)

**Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Pisa**

[protocollo.odaf.pisa-lucca-massacarrara@conafpec.it](mailto:protocollo.odaf.pisa-lucca-massacarrara@conafpec.it)

**Collegio dei Geometri e Geometri laureati della Provincia di Pisa**

[collegio.pisa@geopec.it](mailto:collegio.pisa@geopec.it)

**Collegio dei Periti Agrari della Provincia di Pisa**

[collegio.interprovincialelupiptlims@pec.peritiagrari.it](mailto:collegio.interprovincialelupiptlims@pec.peritiagrari.it)

**Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Pisa**

[collegiodipisa@pec.cnpi.it](mailto:collegiodipisa@pec.cnpi.it)

**Legambiente Valdera**

Via G. Orsini, n. 44 50126 – FIRENZE

**Italia Nostra**

Lungarno Pacinotti, n. 12 56124 – PISA

**WWF Pisa**

C/O Concetto Marchesi, Via Betti n.1 56126 PISA

L'autorità competente in base all'Art. 6 del proprio regolamento potrà integrare i soggetti competenti in materia ambientale da consultare.

#### **2.4 Criteri per l'impostazione del Rapporto Ambientale**

Il Rapporto ambientale, come previsto dall'Art. 24 della LR 10/2010 e ss.mm.ii., contiene le informazioni riportate nell'Allegato 2. Per la redazione del rapporto ambientale sono utilizzate, ai fini di cui all'articolo 8 della l.r. 10/2010 e ss.mm.ii., le informazioni pertinenti agli impatti



ambientali disponibili nell'ambito di piani o programmi sovraordinati, nonché di altri livelli decisionali.

Il Rapporto Ambientale sarà così organizzato:

- 1 Descrizione degli *obiettivi* e delle *azioni* previste dal Piano Attuativo e illustrazione dei contenuti e degli obiettivi principali del Piano;
- 2 Valutazione delle *coerenze*: rapporto con altri piani o programmi;
- 3 Descrizione dello *Stato attuale dell'Ambiente*: aspetti pertinenti dello stato attuale dell'ambiente e sua evoluzione probabile senza l'attuazione del piano; tale fase comprende:
  - Individuazione delle *risorse ambientali interessate*
  - Descrizione delle *caratteristiche ambientali, culturali e paesaggistiche* delle aree che potrebbero essere significativamente interessate;
  - Descrizione di qualsiasi problema ambientale esistente, pertinente al piano, ivi compresi in particolare quelli relativi ad aree di particolare rilevanza ambientale, culturale e paesaggistica, quali le zone designate come zone di protezione speciale per la conservazione degli uccelli selvatici e quelli classificati come siti di importanza comunitaria per la protezione degli habitat naturali e della flora e della fauna selvatica, nonché i territori con produzioni agricole di particolare qualità e tipicità, di cui all'articolo 21 del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 228;
  - Individuazione dei *punti di fragilità* emergenti dallo Stato dell'Ambiente;
- 4 Stima dell'impatto previsto dalle trasformazioni sulle risorse
- 5 Valutazione dell'*impatto delle trasformazioni* sulle risorse ambientali: possibili impatti significativi sull'ambiente, compresi aspetti quali la biodiversità, la popolazione, la salute umana, la flora e la fauna, il suolo, l'acqua, l'aria, i fattori climatici, i beni materiali, il patrimonio culturale, anche architettonico e archeologico, il paesaggio e l'interrelazione tra i suddetti fattori; devono essere considerati tutti gli impatti significativi, compresi quelli secondari, cumulativi, sinergici, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi;
- 6 Individuazione di *prescrizioni*, ovvero per ogni risorsa analizzata sono state definite le misure previste per impedire, ridurre e compensare nel modo più completo possibile gli eventuali impatti negativi significativi sull'ambiente dell'attuazione del piano.
- 7 Valutazione degli *effetti attesi* derivanti dall'attuazione del Piano;



8 *Monitoraggio* degli impatti ambientali derivanti dall'attuazione del Piano

9 *Sintesi non tecnica* delle informazioni di cui alle lettere precedenti

### Partecipazione

Il presente documento preliminare sarà trasmesso all'autorità competente e ai soggetti competenti in materia ambientale (SCA) e una volta raccolti i pareri nei tempi illustrati nella precedente tabella l'iter di pianificazione seguirà con la stesura di una proposta di Rapporto Ambientale.

L'art.9 della L.R. 10/2010 prevede che sia garantita l'informazione e la partecipazione del pubblico in modo da assicurare l'intervento di chiunque intenda fornire elementi conoscitivi e valutativi utili ai fini dell'elaborazione della Variante.

Gli articoli 37 e 38 della L.R. 65/2014 individuano la figura del garante della comunicazione e ne definiscono le funzioni. L'amministrazione Comunale ha individuato nella persona del **Geom. Giusti Luciano** il Garante della Comunicazione.

Sarà compito del Garante assicurare la massima trasparenza delle scelte decisionali e la massima partecipazione da parte dei cittadini.

A tal fine, a titolo esemplificativo e non esaustivo al fine trovare le forme di partecipazione più efficaci potranno essere attivate le seguenti procedure ed attività:

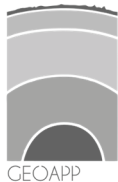
- Avvisi sul territorio dell'avvenuta adozione del piano Attuativo, con richiesta di presentazione di proposte da parte dei cittadini
- pubblicazione sul sito web del Comune di tutta la documentazione come previsto dall'art. 8, comma 6, della LRT 10/2010;
- consultazione della documentazione presso il Servizio Urbanistica del Comune di Capannoli;

## **3. PIANO ATTUATIVO AREA PRODUTTIVA AUP 2.2 -**

### **3.1 Descrizione del Processo Valutativo Adottato**

Il Comune di Capannoli è dotato di:

- a) Piano Strutturale – adottato con deliberazione di Consiglio Comunale n. 93 del 29/12/2005; – approvato con deliberazione di Consiglio Comunale n. 43 del 31/07/2006 e corredato di valutazione e verifica dei profili ed effetti ambientali e delle condizioni alla trasformabilità; efficace dal 31/10/2006 (data di pubblicazione sul BURT).



## Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

- b) Regolamento Urbanistico (in seguito RU): – adottato con deliberazione di Consiglio Comunale n. 72 del 22/12/2008; – approvato con deliberazione di Consiglio Comunale n. 19 del 20/04/2009 e corredato di valutazione e verifica dei profili ed effetti ambientali e delle condizioni alla trasformabilità; – il R.U. ha acquistato efficacia a far data dal 01/07/2009 (data di pubblicazione BURT); Con delibera di C.C. n. 10 del 18.02.2013
- c) Con delibera di G.C. n 30 del 23.05.2014 il Comune di Capannoli ha dato avvio del procedimento per una variante puntuale al R.U. localizzativa di un parco per auto d'epoca.
- Ai sensi dell'art 55 commi 5 e 6 della ex LRT 1/2005 le previsioni del vigente Regolamento Urbanistico indicate al comma 4 dell'art. 55 hanno perso efficacia e l'Amministrazione Comunale intende predisporre la variante al R:U. di aggiornamento per il prossimo quinquennio.
- d) il Comune di Capannoli ha adottato una variante manutentiva al R.U., approvata con delibera di C.C. n 29 del 31.07.2013.
- e) Con delibera di G.C. n 30 del 23.05.2014 il Comune di Capannoli ha dato avvio del procedimento per una variante puntuale al R.U. localizzativa di un parco per auto d'epoca.
- f) Con delibera di G.C n 73 del 19.11.2014 il Comune di Capannoli ha dato avvio al procedimento di variante al Regolamento Urbanistico per il suo aggiornamento e revisione quinquennale che seguirà l'iter dell'art 228, comma 1, della nuova Legge Regionale 65/2014. Variante approvata con del. Di C.C. n.43 del 26/09/2017.
- g) Il progetto previsto all'interno della AUP 2.2 è già stato oggetto di una precedente valutazione, in particolare era stata predisposta la prima parte della VAS. La Vas era stata sottoposta alla valutazione dell'autorità competente (comitato tecnico alta valdera) e una volta recepite alcune osservazione formulate dagli enti si era proceduto alla stesura della seconda parte

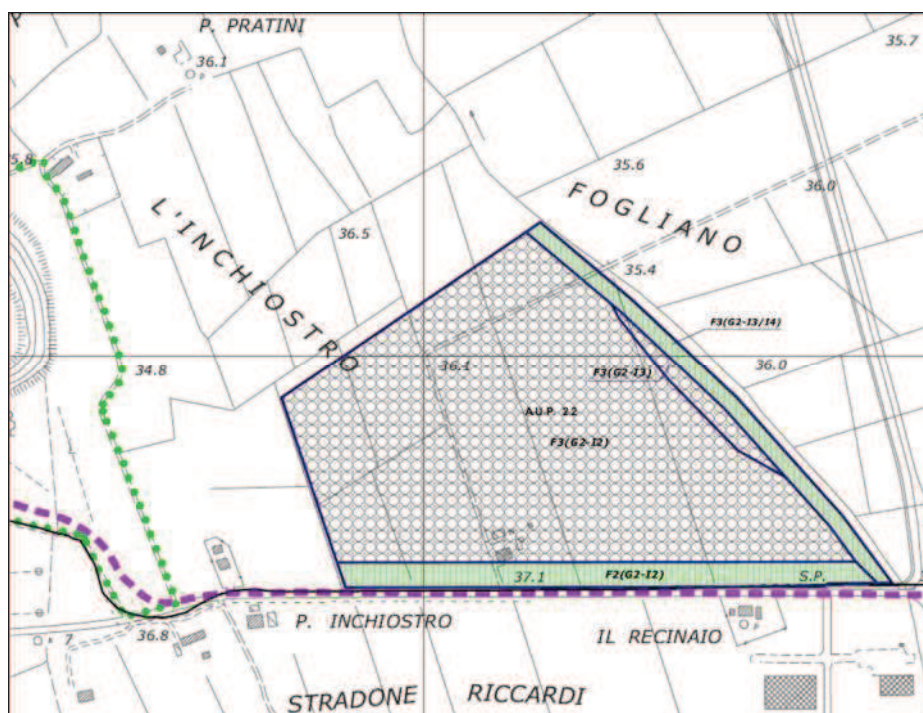


Fig. 1 Perimetro AUP 2.2 Estratto da tav.1 della Variante al RU aggiornamento quinquennale

### 3.2 Descrizione degli Interventi

Il progetto interessa una superficie di circa 20 ettari, posto lungo la viabilità di connessione fra la strada della Fila e la SRT 439, sul lato opposto, della zona industriale del Comune di Peccioli. La scheda norma prevede un indice di fabbricazione fondiario di 4 mc/mq e un'altezza degli edifici  $\leq 12$ m. Si ipotizza di suddividere la zona in circa 26 lotti ad uso artigianale e 8 lotti ad uso commerciale, distribuiti lungo la viabilità di connessione.

Il progetto predisposto conformemente alle indicazioni riportate nella **Scheda Norma AUP 2.2 Ambito unitario di progetto: "Le attività produttive"** prevede la predisposizione di una viabilità interna e l'individuazione di aree a parcheggio a Verde Pubblico e a Verde Privato (vedi Fig.1). Il Piano Attuativo proposto prevede una suddivisione in lotti. L'approvvigionamento idrico sarà garantito da un acquedotto interno, mentre per la depurazione ogni singolo lotto provvederà alla depurazione delle acque, il refluo sarà convogliato in una fognatura interna e da qui inviato nel Recinaio. Prima dell'invio nel corso d'acqua le acque saranno oggetto di un affinamento finale in un impianto di fitodepurazione.

L'impianto è posizionato al margine del perimetro dell'UTOE.

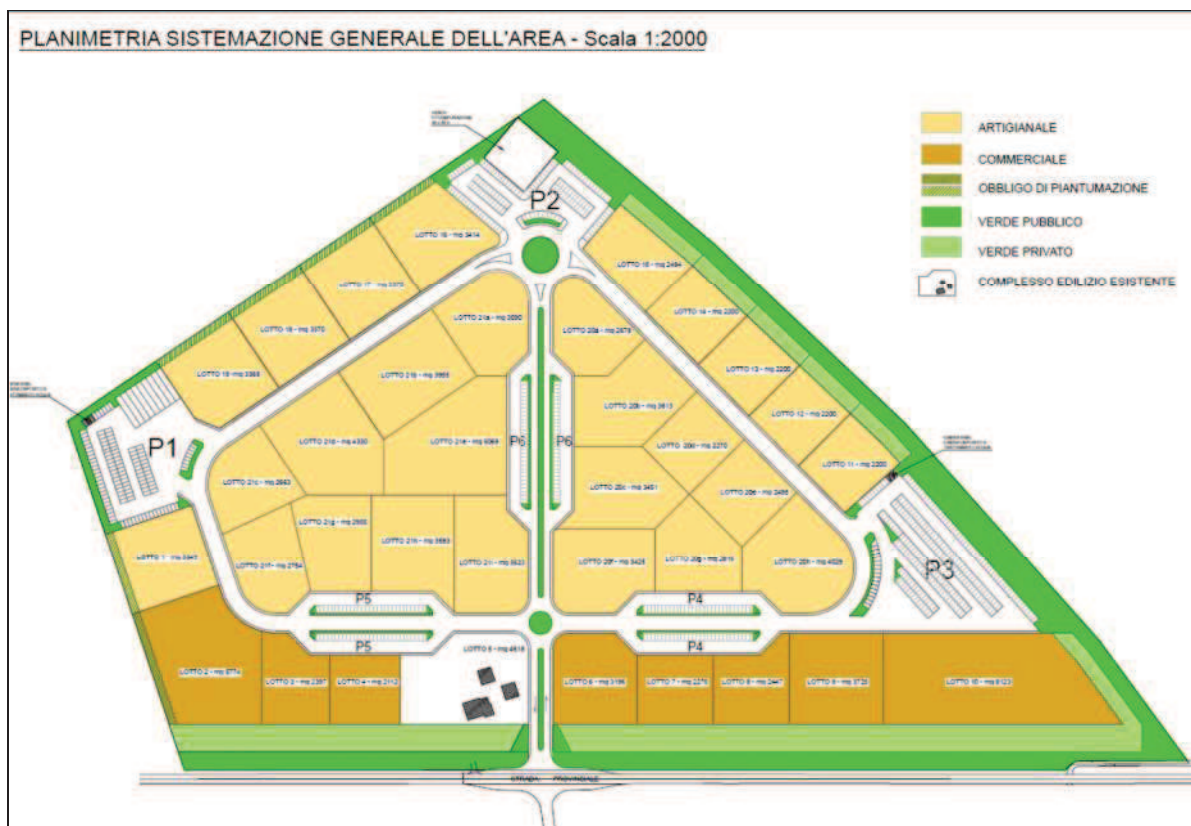


Fig.2 schema progetto area produttiva

La scheda norma della AUP2.2 prevede infatti quanto segue: “ Il posizionamento dell’impianto di depurazione potrà interessare il terreno contiguo alla presente UTOE, che ricade nell’UTA della pianura dell’Era , tramite studio di inserimento dal punto di vista ambientale”

### 3.2 Obiettivi

Il progetto consente di raggiungere gli obiettivi individuati dallo strumento urbanistico comunale. Primo tra tutti il potenziamento del sistema economico favorendo la localizzazione di attività oggi presenti all’interno del sistema territoriale, nonché la localizzazione di nuove attività produttive a carattere industriale, commerciale, direzionale, logistico e artigianale.

## 4. **PRIMA VALUTAZIONE DELLE COERENZE INTERNE**

Il Piano Attuativo proposto è pienamente coerente agli indirizzi del Piano Strutturale (la realizzazione è disciplinata dall’art.25 delle N.T.A.) e del Regolamento Urbanistico (la realizzazione è disciplinata dall’art.33 delle NTA e dalla scheda scheda Norma AUP 2.2 acclusa alla variante manutentiva del R.U.). L’area strategica è stata riproposta dalla variante approvata con C.C. n.43 del 26/09/2017. che è stata oggetto di valutazione ai sensi del PIT.

La zona è recepita dal PTC che la classifica area strategica produttiva di livello sovracomunale. La coerenza del progetto con piani e programmi locali e sovraordinati verrà disposta nella seconda parte del rapporto ambientale con riferimento ad obiettivi ed azioni.





L'analisi del rapporto degli obiettivi del Piano Attuativo con gli obiettivi di piani e/o programmi pertinenti (analisi di coerenza interna ed esterna) sarà condotta mediante l'utilizzo di matrici di coerenza.

Saranno valutati i rapporti di coerenza con i seguenti piani e/o programmi

- PIT vigente (Scheda di Paesaggio: Ambito 30-Valdera);
- PTC della Provincia di Pisa;
- PS comunale;
- Piano intercomunale di protezione civile e piani d'emergenza;
- Piano Comunale di Classificazione Acustica;
- RU comunale.

## **5 STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE**

### *5.1 RISORSE AMBIENTALI*

Di seguito si riporta l'elenco delle risorse sollecitate dalle trasformazioni previste dal Piano Attuativo:

1. Acqua
2. Suolo e sottosuolo
3. Energia
4. Aria
5. Rifiuti
6. Natura e biodiversità
7. Radiazioni non ionizzanti

### *1.2 RISORSE - INDICATORI*

Per ogni risorsa sono stati individuati indicatori in grado sia di quantificare l'impatto del Piano Attuativo sulla risorsa sia di dare informazioni sullo stato attuale dell'ambiente interessato:



## Quadro Ambientale Parte A

SISTEMA	COMPONENTE	FATTORE	INDICATORI	
ABIOTICO	Fattori Climatici	Precipitazioni	Precipitazioni media annua	
		Temperature	Temperatura media massima Temperatura media minima	
	Aria	Qualità dell'aria	PM10 Emissioni di CO <sub>2</sub>	
	Acqua	Acque superficiali e sotterranee		Dotazione procapite uso domestico Portata media rete acquedottistica Falde sotterranee Qualità delle acque
			Depurazione	Scarichi civili e industriali Potenzialità impianti di depurazione
			Rischio Idraulico	rischio esondazione
		Suolo-Sottosuolo	Rischio Idrogeologico	Valutazione rischio
	Uso del suolo agricolo		Colture intensive Colture naturali	
	Uso e consumo di suolo		Sottrazione di suolo agricolo	
	Impermeabilizzazione del suolo		Aumento sup. impermeabilizzata	
	FISICO	Rumore	Zonizzazione acustica	Popolazione esposta Livello sonoro equivalente
				Radiazioni Ionizzanti
Radiazioni		Radiazioni non Ionizzanti	Presenza stazioni telefonia mobile	
			Presenza Reti elettriche alta tensione	



## Quadro Ambientale Parte B

SISTEMA	COMPONENTE	FATTORE	INDICATORI
BIOTICO	Biodiversità	Ecosistemi Chiave	Aree di pregio ambientale
		Fauna e Flora	Indice di diversità
	Contesto Economico	Economia locale ed attività produttive	Turismo
			Agricoltura e zootecnia
			Silvicoltura
	Energia	Energia	Consumi energia elettrica
Consumi gas naturali			
Utilizzo fonti rinnovabili			
SOCIO ECONOMICO	Contesto sociale	Rifiuti	Produzione procapite RSU
			Rifiuti speciali
			Stazioni ecologiche
			Raccolta differenziata
	Mobilità e infrastrutture	Mobilità e infrastrutture	Strade asfaltate
			Strade Bianche
			Piste ciclabili
	Ambiente Urbano	Ambiente Urbano	Standard parcheggi
			Dotazione verde urbano
	Patrimonio Culturale	Patrimonio Culturale	Beni di interesse storico
Elementi archeologici			Numero aree
Biblioteche, teatri			Numero

### 5.2 CARATTERISTICHE AMBIENTALI, CULTURALI E PAESAGGISTICHE DELL'AREA INTERESSATA DALLA TRASFORMAZIONE E PROBLEMATICHE AMBIENTALI ESISTENTI

Nell'area in esame non sono presenti:

- Aree Protette e Aree Natura 2000;
- Aree a Vincolo Storico-Artistico, Archeologico e Paesaggistico della Toscana (comprese le aree vincolate per decreto);
- Aree sensibili e Zone vulnerabili ai nitrati;
- Aree interessate da procedimenti di bonifica.

L'area in esame è costituita da superfici coltivate prevalentemente a cereali, prive di vegetazione naturale se non per il tratto adiacente al corso del Recinaio interessato dalla presenza di vegetazione di tipo ripariale. La presenza di questo corso costituisce un corridoio ecologico da preservare. Il Rapporto Ambientale dovrà prevedere interventi di valorizzazione e tutela ambientale del corso d'acqua.



## Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

### 5.3 VINCOLI GRAVANTI SULL'AREA

- L'area indagata non ricade a Vincolo Idrogeologico
- L'area non è soggetta a vincolo paesaggistico (art. 142 del d.lgs. 42/04).
- L'area non risulta perimetrata come zona di interesse archeologico (lett. m, comma 1, art. 142 del d.lgs. 42/04).
- L'area non ricade tra le zone di rispetto per pozzi di acque idropotabili (d.lgs. 152/06 e ss.mm.ii art. 94, d.p.r. 236/88 art. 6).
- L'area non è soggetta a vincolo cimiteriale (d.p.r. 285/90).
- L'area è parzialmente inserita nella zona di rispetto stradale della S.P. (d.p.r. 495/92).



## **SISTEMA ABIOTICO**

### **COMPONENTE FATTORI CLIMATICI**

Nei suoi tratti essenziali il clima è il risultato della interazione complessa tra la radiazione solare, la temperatura, l'umidità, le precipitazioni, la pressione atmosferica e il vento, dipendenti da fattori astronomici e geografici. La classificazione del clima locale è stata effettuata con riferimento al bilancio idrico-climatico di Thornthwaite & Mather, che trova utili applicazioni nel campo agricolo-forestale e in quello della programmazione territoriale. Tale metodo si fonda sul concetto di evapotraspirazione potenziale (EP), che rappresenta la quantità di acqua in forma di vapore che dal suolo e dalla vegetazione passa all'atmosfera in un intervallo di tempo. Il territorio comunale ricade nel tipo C<sub>2</sub> da "umido a subumido ( $0 < I_m < 20$ ) dove  $I_m$  rappresenta l'umidità globale. La temperatura media annua è compresa tra 14 e 14.5° con una piovosità compresa tra 800 e 850 mm annui.

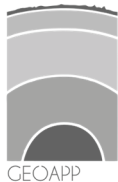
Il D.P.R. 412 del 26 Agosto 1993 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia" classifica i Comuni italiani in funzione dei gradi-giorno. Il Comune di Capannoli, ricade nella Zona climatica D (dati ricavati dal Programma energetico Provinciale della Provincia di Pisa).

<b>Zona climatica</b> <b>D</b>	Periodo di accensione degli impianti termici: dal 1 novembre al 15 aprile (12 ore giornaliere), salvo ampliamenti disposti dal Sindaco.
<b>Gradi-giorno</b>  1.650	Il grado-giorno (GG) di una località è l'unità di misura che stima il fabbisogno energetico necessario per mantenere un clima confortevole nelle abitazioni. Rappresenta la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, degli incrementi medi giornalieri di temperatura necessari per raggiungere la soglia di 20 °C. Più alto è il valore del GG e maggiore è la necessità di tenere acceso l'impianto termico.

### **COMPONENTE ARIA**

La qualità dell'aria è condizionata essenzialmente dai seguenti fattori:

- emissioni da impianti termici;
- emissioni da impianti produttivi
- emissioni da traffico.



## Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

In generale all'interno della Valdera, dai dati relativi alle emissioni pubblicati dall'IRSE (Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione) si registra, negli ultimi anni, una generale diminuzione delle emissioni di quasi tutti gli inquinanti ad eccezione del PM 10 e in particolare un aumento COV nel macrosettore 2 relativo agli impianti di combustione non industriali, generato da una maggiore quantità di combustibili solidi (legna) che vengono impiegati per il riscaldamento domestico.

### EMISSIONI DA IMPIANTI TERMICI

Le emissioni in atmosfera sono generate principalmente dai processi di combustione derivanti dalle attività presenti all'interno dell'area industriale-artigianale di Peccioli. Considerata la tipologia delle attività svolte in quell'ambito, la maggior parte delle emissioni è riconducibile al funzionamento degli impianti termici di riscaldamento e di produzione di acqua calda. Detti impianti sono generalmente alimentati da combustibili fossili. In generale il livello di inquinamento appare ininfluente rispetto alla qualità dell'aria del territorio.

### EMISSIONI DA TRAFFICO - VALUTAZIONE QUALITATIVA DI NUOVE EMISSIONI

L'accesso all'area è garantito dalla viabilità di connessione (S.P.26) fra la strada della Fila e la SRT 439. La rete viaria esistente è in grado di sostenere l'aumento di traffico conseguente alla realizzazione del Piano Attuativo. Si valuta che tale aumento di traffico non portando a situazioni di conflittualità o incolonnamenti, non generi un incremento significativo delle emissioni.

## COMPONENTE ACQUA

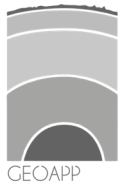
### ACQUE SUPERFICIALI

L'area produttiva si sviluppa a partire dalla sponda sinistra del Botro del Recinaio (sigla PI2805 AB). Il Recinaio è un affluente del Fiume Era, ed attraversa il territorio dei comuni di Peccioli e Capannoli. La lunghezza dell'asta principale è pari a circa 5,5 km. Il Botro scorre in direzione nord-sud senza arginature; la quota massima del bacino è di circa 96 m s.l.m., quella alla confluenza è circa 29 m s.l.m.; la pendenza media del corso d'acqua è dell'ordine del 12 ‰. Il bacino imbrifero ha un'acclività media dello 0,5% ed un tempo di corrivazione alla sezione di sbocco di circa 2,04 ore.

Nell'asta fluviale confluiscono le acque raccolte da un diffuso reticolo idraulico superficiale che drena buona parte delle acque alte della piana alluvionale delimitata dal corso del F.Era a Ovest e il Torrente Roglio ad Est.

### QUALITÀ DELLE ACQUE

Il Recinaio presenta un regime molto variabile, strettamente legato a quello delle precipitazioni, con conseguente scarsa predisposizione all'autodepurazione. I mesi di magra, venendo meno



## Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

l'effetto diluizione, sono quelli in cui maggiormente possono verificarsi fenomeni di inquinamento.

### ACQUE SOTTERRANEE

All'interno della coltre alluvionale si possono individuare due falde sovrapposte. Una falda superficiale (di tipo libero) dislocata all'interno dei sedimenti sabbiosi alluvionali ed una più profonda, di tipo, libero o semiconfinata, dislocata all'interno di sedimenti (sabbie e ghiaie) posti alla base dei sedimenti alluvionali. La prima falda è sfruttata mediante la realizzazione di pozzi superficiali ad anelli, le portate sono modeste e il regime idraulico è strettamente legato a quello delle precipitazioni. La più profonda è alimentata dal sub alveo del sistema fluviale Era-Roglio ed è sfruttata mediante la realizzazione di pozzi artesiani. Questa falda consente emungimenti significativi. Un ulteriore sistema acquifero, del tipo multistrato, coincide con i sedimenti del Plio - Pleistocene presenti al di sotto della coltre alluvionale. In appendice è riportato lo studio idrogeologico dell'area

### QUALITÀ DELLE ACQUE

Le acque derivanti dalla falda superficiale presentano una limitata protezione e sono soggette a potenziali fenomeni di inquinamento. Le acque presenti alla base del complesso alluvionale mostrano un livello di protezione maggiore, a monte dell'area in studio lo spessore della coltre alluvionale argillosa si riduce drasticamente e ciò determina un aumento della Vulnerabilità dell'acquifero.

### FABBISOGNI

La rete idrica di Capannoli è approvvigionata dal macrosistema idrico denominato "Alta Valdera" che dipende quasi esclusivamente dal campo pozzi della centrale di "La Rosa" posta nel Comune di Terricciola. Allo stato attuale il campo pozzi può garantire un livello di servizio sufficiente alle attuali utenze.

Di seguito si riporta uno stralcio della relazione tecnica redatta da Acque S.p.A., quale contributo alla variante al R.U.. *"...Per incrementare il numero di utenze del Comune di Capannoli, sarà necessario incrementare la risorsa idrica ed al contempo potenziare la parte strutturale della rete predisponendo eventualmente anche un'ulteriore interconnessione con reti o macrosistemi di comuni limitrofi".*

### REFLUI E DEPURAZIONE SCARICHI

L'area oggetto di trasformazione non è allacciata alla pubblica fognatura. Nel resto del territorio la depurazione delle acque è garantita dall'impianto di Capannoli. La potenzialità dell'impianto è pari a 6500 AE. Detta potenzialità è stata raggiunta ed il margine residuo di quantità dei reflui, espresso in AE, trattabili dall'impianto risulta nullo.



La criticità dell'impianto di depurazione deriva dal collettamento nella rete fognaria delle acque di origine meteorica, che determina in corrispondenza dell'evento meteorico e nei giorni successivi un considerevole aumento delle quantità di acqua da smaltire, che inevitabilmente incide anche sulla qualità delle acque trattate.

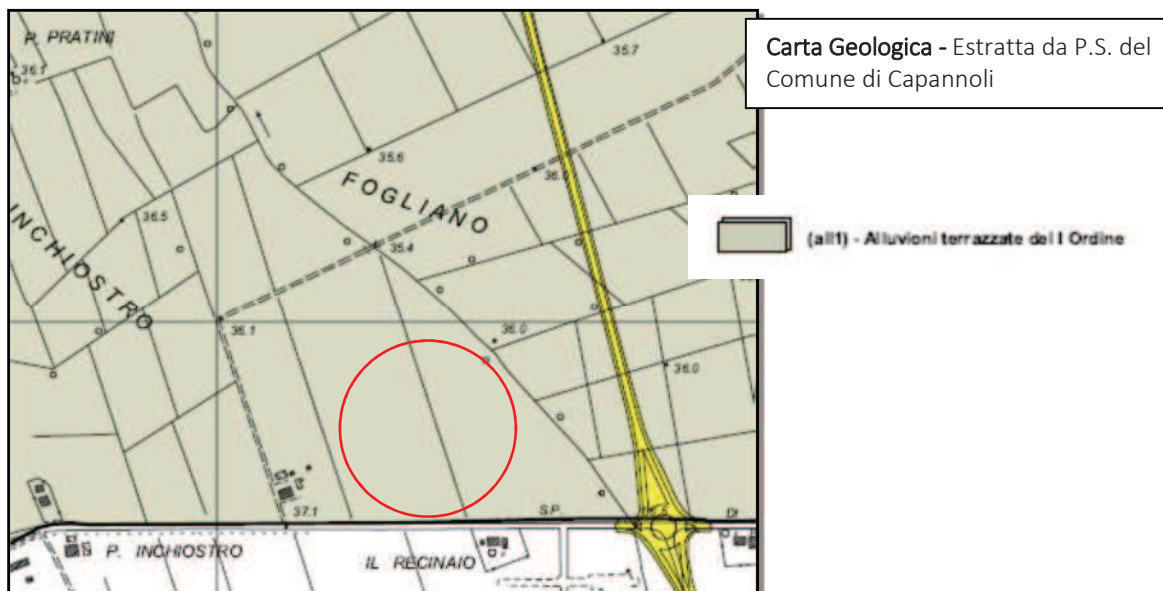
Vista la potenzialità dell'impianto di Capannoli, l'area produttiva come previsto dalle NTA del P.S. si doterà di un sistema fognario autonomo.

## COMPONENTE SUOLO – SOTTOSUOLO

### SUOLO

L'area coinvolta dal progetto interessa una zona pianeggiante posta ad una quota di circa 35m s.l.m. Nell'area affiorano sedimenti continentali di origine fluviale riconducibili ai depositi alluvionali del sistema fluviale Era-Roglio. In particolare si ritrovano sedimenti fini, riconducibili alla formazione all<sub>1</sub> (alluvioni terrazzate del 1° ordine) databile al Pleistocene Superiore.

Gli studi geologici eseguiti a supporto del P.S. e del R.U. comunale consentono una lettura della fragilità geologica dell'area che si esplica in classi di Pericolosità. Le classi individuate sono conformi al DPGRT 26/R.



### PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

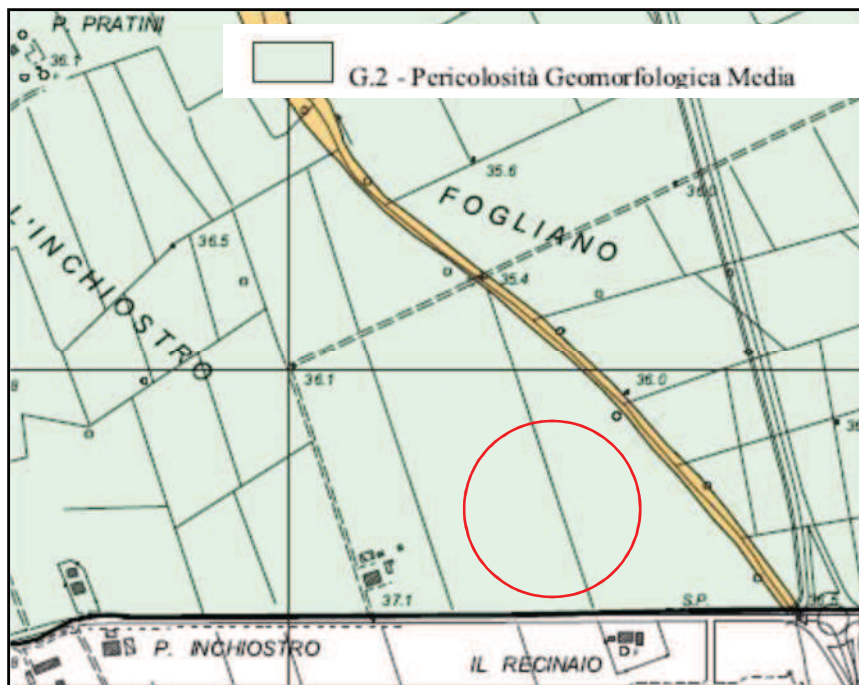
L'area non è coinvolta da significative problematiche geomorfologiche e per questo viene inserita in classe G2 corrispondente a Pericolosità Media.

Ricadono in questa classe le "aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto".





Unica eccezione riguarda una stretta fascia posta al margine del Botro del Recinaio posta in classe G3 (pericolosità elevata).



**Carta della Pericolosità Geomorfológica**  
Estratta da P.S. del Comune di Capannoli

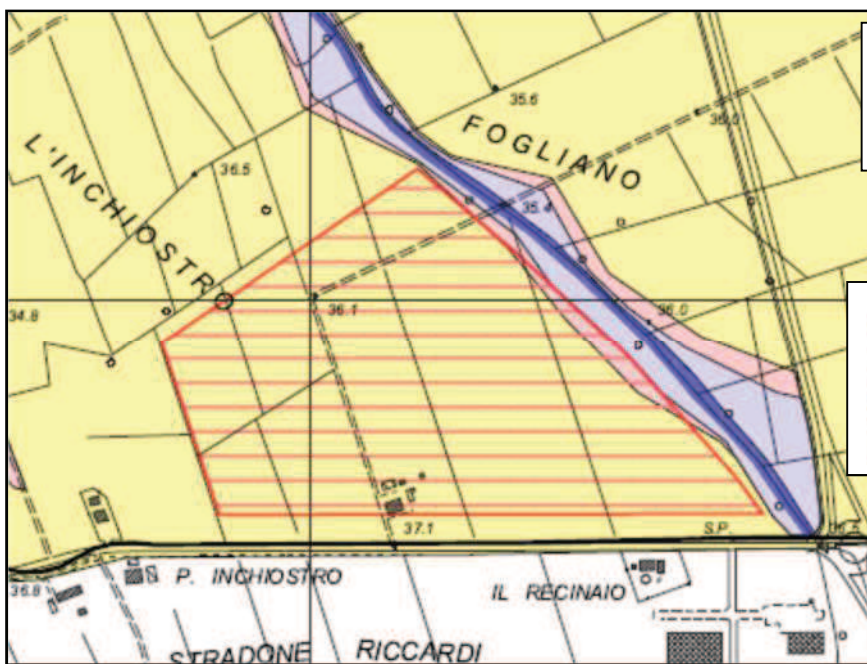
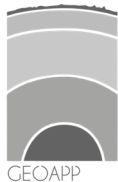
#### PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Le criticità dell'area derivano dalle esondazioni del Recinaio. Le verifiche idrauliche effettuate a supporto del R.U. hanno evidenziato il sostanziale contenimento in alveo della portata duecentennale. Unica eccezione riguarda una stretta e limitata fascia posta in prossimità dell'asta soggetta ad esondazioni per tempi di ritorno 30 e 100 anni.

La quasi totalità dell'area in studio ricade pertanto in classe I2 corrispondente a Pericolosità Media. Ricadono in questa classe le aree esterne alle zone giudicate fragili per episodi di esondazione con  $200 \leq Tr \leq 500$  anni.

La PGRA del Distretto Appennino Settentrionale ha recepito per intero lo studio idraulico eseguito a supporto del R.U. La zona ricadente in classe I3 del RU, viene classificata dalla PGRA in P2, mentre la classe I4 del RU rientra nella P3 della PGRA. La PGRA non modifica i perimetri di zona.

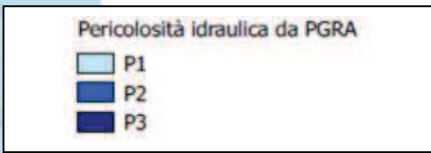
La PGRA non ha introdotto novità rispetto al quadro conoscitivo esistente.



**Carta della Pericolosità Idraulica**  
Estratta da P.S. del Comune di Capannoli



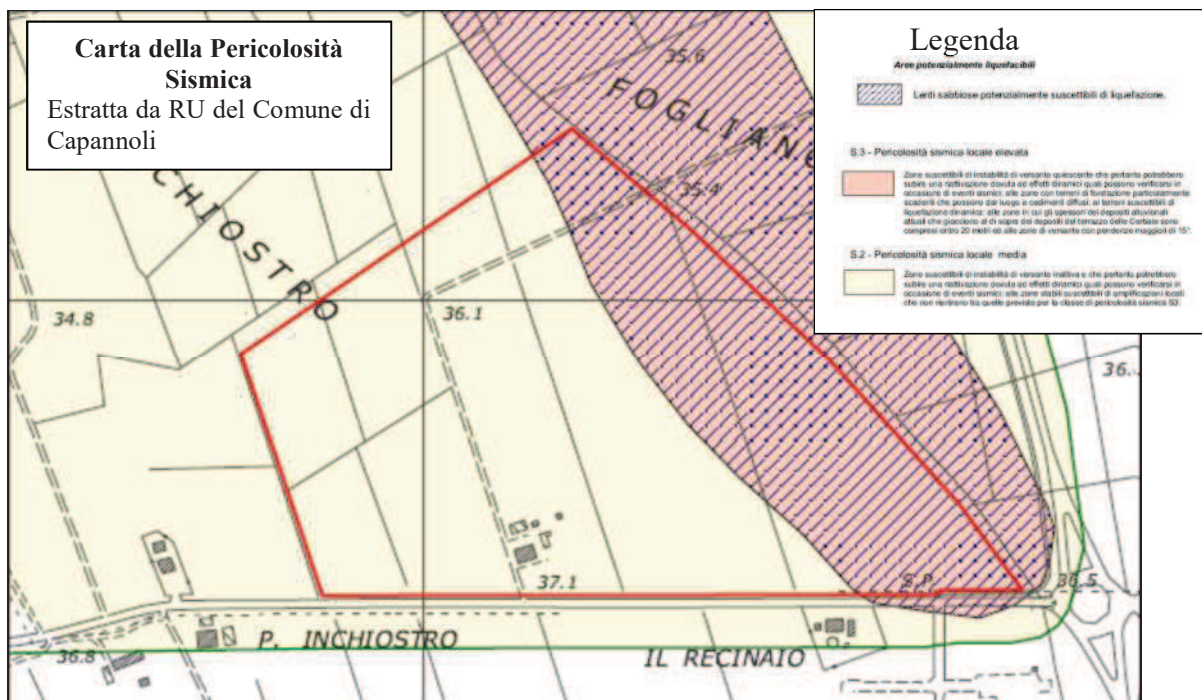
**Carta della Pericolosità Idraulica**  
Estratta da P.GRA del Distretto Appennino Settentrionale



### PERICOLOSITÀ SISMICA

Gran parte dell'area rientra tra le zone stabili suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici. Nella porzione adiacente al corso del Recinaio si ritrovano sedimenti sabbiosi potenzialmente liquefacibili.

La prima parte dell'area ricade in classe 2 di Pericolosità Sismica corrispondente a Pericolosità Media. La parte adiacente il Recinaio ricade in classe S3 corrispondente a Pericolosità sismica Elevata.



#### PRESCRIZIONI ALLA TRASFORMAZIONE DELL'AREA

La Carta della Fattibilità inserisce l'area in classe di Fattibilità 3 corrispondente a Fattibilità condizionata. I condizionamenti derivano da aspetti riconducibili a problematiche di tipo idraulico e sismico. Le condizioni alla trasformazione dell'area possono essere così riassunte:

Prescrizioni di tipo geomorfologico: La progettazione dovrà essere supportata dall'esecuzione di indagini in sito mirate alla ricostruzione stratigrafica del sottosuolo, e alla caratterizzazione geotecnica dei livelli attraversati.

Prescrizioni di tipo idraulico: La fascia di verde individuata tra l'UTOE ed il Rio Recinaio, che si estende per 20 metri a partire dal ciglio di sponda (area soggetta ad allagamenti per TR ≤ 200 anni) sarà utilizzata per la risagomatura dell'alveo, in modo da consentire il deflusso delle piene con TR ≤ 200 anni.

Le NTA del RU del Comune di Capannoli prescrivono l'adeguamento del Recinaio in continuità con quanto eseguito a monte nel Comune di Peccioli, per omogeneità con quanto già realizzato, è stata assunta quale portata di progetto la massima duecentennale derivante dallo studio a supporto della rettifica del Recinaio nel Comune di Peccioli, pari a:  $Q_{200} = 28.37 \text{ m}^3/\text{s}$

Per consentire lo smaltimento della massima portata con tempo di ritorno 200 anni nel tratto in adiacenza all'AUP 2.2 è stata progettata una sezione trapezia, con larghezza al fondo di 6 m e scarpa delle sponde 1 su 1. Al fondo alveo è stata assegnata una pendenza costante pari a circa il 5.4 per mille. L'ampliamento della sezione idraulica è stato effettuato esclusivamente in



sinistra idrografica, nell'ambito dell'AUP 2.2, senza coinvolgere i terreni posti in destra idrografica.

Lo studio idraulico è riportato in allegato.

Lo sviluppo urbanistico dell'area, interferisce con il reticolo idraulico superficiale coinvolgendo canalette e capofossi. La modifica del reticolo dovrà essere progettata secondo le indicazioni riportate nelle NTA e sulla base del modello idrologico idraulico dello studio.

Nel corso dell'iter di approvazione del Piano Attuativo lo studio Idraulico sarà aggiornato nei confronti delle nuove normative che potranno essere approvate nuovo 53R, nuova 21.

Prescrizioni di tipo sismico: Ad integrazione degli studi geologici già eseguiti, dovrà essere condotta una campagna di indagini geofisica e geotecnica che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi presenti nel sottosuolo e consenta di determinare eventuali amplificazioni diffuse del moto del suolo riconducibili a fenomeni di amplificazione stratigrafica e condizioni di potenziale liquefacibilità del suolo.

## SOTTOSUOLO

Alla ricostruzione stratigrafica del sottosuolo ed alla caratterizzazione geotecnica dei livelli presenti si è giunti attraverso una campagna geognostica impostata sulla realizzazione di una indagine sismica a rifrazione, in due misure di HVSR e nell'esecuzione di sei prove penetrometriche statiche

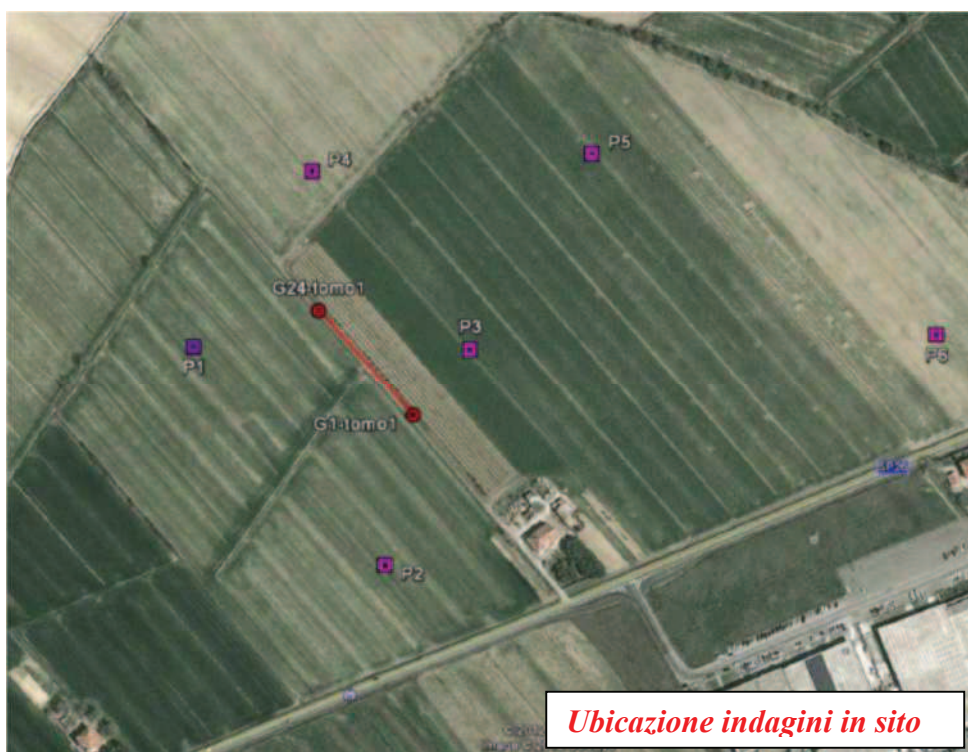


Fig.3 Ubicazione indagini geognostiche



Il sottosuolo si presenta omogeneo, sia sotto il profilo litologico che geotecnico.

In sintesi, al di sotto di un livello alterato (suolo agrario) dello spessore massimo di 1,0 m, è presente un dominio prevalentemente coerente costituito da uno strato di limo argilloso consistente (spessore medio dell'ordine di 2,5 m) e da un successivo livello di argilla plastica a tratti limosa (spessore medio pari a 6 – 7 m). Il limo argilloso è caratterizzato da valori medi della coesione non drenata dell'ordine di **0,85 kg/cm<sup>2</sup>**. Il livello d'argilla plastica presenta valori di **c<sub>u</sub>** dell'ordine di **0,6 kg/cm<sup>2</sup>**.

A partire dai -10 m dal p.c. si assiste ad un aumento alla frazione granulare. Dal punto di vista sismico i terreni sono caratterizzati da valori delle Vs<sub>30</sub> compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec, e pertanto sono riconducibili alla categoria di **profilo stratigrafico B**: individuato dalle NTC/08 (l'indagine geologica è riportata in appendice)

## SISTEMA FISICO

### COMPONENTE RUMORE

Il Comune di Capannoli è dotato da un piano comunale di classificazione acustica. L'area strategica produttiva ricade nella classe 5.

La classe 5 comprende *le aree prevalentemente industriali interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.*

Al margine dell'area produttiva è stata individuata una ristretta fascia da inserire in classe IV.

*Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.*

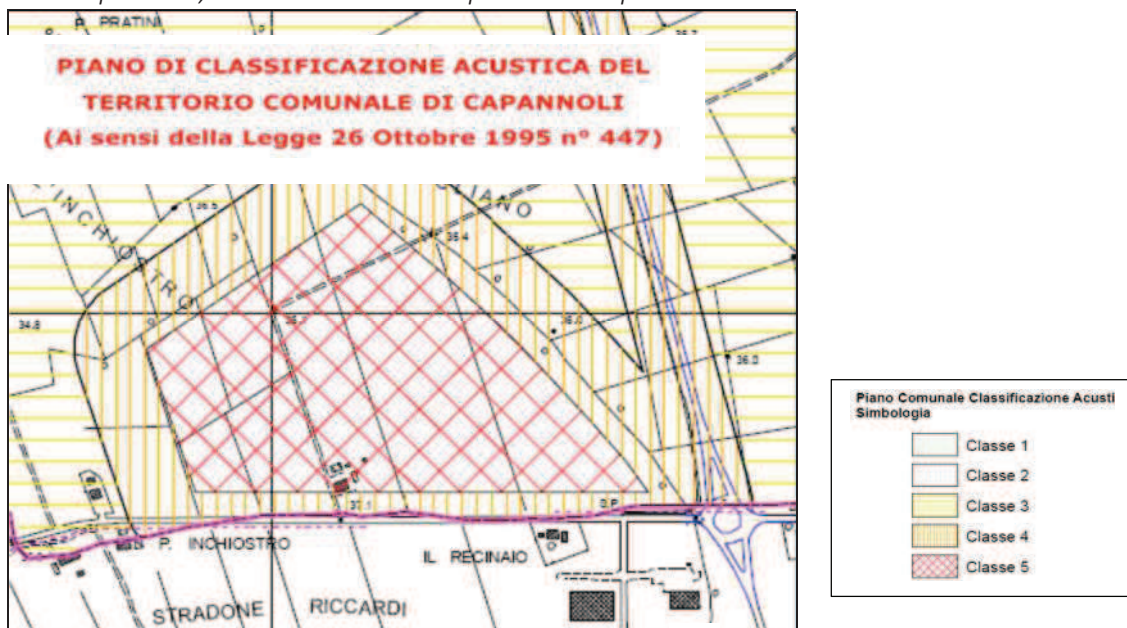


Fig.4 estratto piano di classificazione acustica comunale



I limiti di emissione e immissione previsti in queste zone sono riportati nelle tabelle che seguono:

**valori limite di emissione - Leq in dB(A)**

classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento:	
	diurno (6.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
<b>I</b> aree particolarmente protette	45	35
<b>II</b> aree prevalentemente residenziali	50	40
<b>III</b> aree di tipo misto	55	45
<b>IV</b> aree di intensa attività umana	60	50
<b>V</b> aree prevalentemente industriali	65	55
<b>VI</b> aree esclusivamente industriali	65	65

*Valore limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.*

**TABELLA C - valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A)**

classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento:	
	diurno (6.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
<b>I</b> aree particolarmente protette	50	40
<b>II</b> aree prevalentemente residenziali	55	45
<b>III</b> aree di tipo misto	60	50
<b>IV</b> aree di intensa attività umana	65	55
<b>V</b> aree prevalentemente industriali	70	60
<b>VI</b> aree esclusivamente industriali	70	70

*Valore limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.*

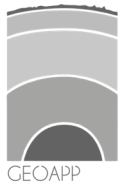
**COMPONENTE RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

**ANTENNE TELEFONIA MOBILE**

Nell'ambito del territorio comunale sono presenti quattro impianti SRB (Vodafone – Stadio Comunale, Telecom- cimitero comunale, Wind – cimitero Comunale H3G Campo sportivo Via Berlinguer) Nell'area non sono presenti stazioni SRB.

**LINEE AD ALTA TENSIONE**

L'area non è attraversata da linee dell'alta tensione.



## **SISTEMA BIOTICO**

### **COMPONENTE BIODIVERSITÀ**

#### **FATTORE FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI**

L'area direttamente interessata dalla trasformazione è costituita da superfici coltivate prive di vegetazione naturale.

Lungo il bordo del Recinaio è presente una vegetazione che può essere definita "Ripariale", costituita da Salici, Pioppi, Aceri, Lytrum salicaria ed altre specie arbustive ed erbacee. Questa vegetazione svolge un ruolo importante in quanto frena afflussi anomali di acque meteoriche e svolge un ruolo di "corridoio ecologico". Questa associazione assume inoltre funzioni di biodepurazione e bioaccumulo di varie sostanze inquinanti (F. Garbari –Atlante tematico della Provincia di Pisa).

### **COMPONENTE CONTESTO ECONOMICO**

Attualmente i terreni sono interessati da una attività agricola che prevede la produzioni prevalente di cereali. La nuova destinazione dell'area permette di razionalizzare l'offerta di aree produttive per il potenziamento del sistema economico presente nel comune di Capannoli.

L'area permette di:

- Individuare spazi per favorire la localizzazione di attività oggi presenti all'interno del sistema territoriale;
- Organizzare un sistema economico integrato fra comparti diversi;
- Favorire la localizzazione nel comune di nuove attività produttive che per dimensione e posizione strategica richiedono un'area produttiva vasta e collegata alla rete viaria principale.

#### **FATTORE ECONOMIA LOCALE**

L'intervento consente di creare un'area per la localizzazione di attività economiche a carattere strategico per il territorio in grado di promuovere nuove occasioni di sviluppo economico occupazionale.

#### **FATTORE ENERGIA**

L'approvvigionamento energetico è garantito dalla rete elettrica esistente gestita dall'ENEL. La rete di distribuzione è in grado di sopperire alle esigenze derivanti dall'attuazione delle trasformazioni previste.

Per quanto riguarda la rete di distribuzione del metano si segnala che lungo la via di connessione (S.P. di Santo Pietro Belvedere non è presenti la rete di distribuzione).



## **SISTEMA SOCIO ECONOMICO**

### **CONTESTO SOCIALE - FATTORE RIFIUTI - PREVISIONE DEI CARICHI**

A livello comunale la realizzazione dell'area produttiva determinerà un incremento della produzione di rifiuti.

In particolare si assisterà ad un incremento nella produzione dei rifiuti di natura urbana (provenienti dalle unità immobiliari previste a supporto dei singoli insediamenti produttivi e commerciali). In base alla natura delle attività che potranno insediarsi (sono ammissibili anche attività insalubri) si avranno anche rifiuti industriali speciali e/o nocivi.

### **PREVISIONE DEI CARICHI**

La realizzazione del Piano Attuativo comporterà un significativo aumento dei rifiuti sia per l'indifferenziato che per l'organico. Lo smaltimento dei rifiuti sarà organizzato seguendo le indicazioni del piano di raccolta "porta a porta" previsto dal comune di Capannoli.

### **SALUTE DELL'UOMO**

Non si evidenziano situazioni di criticità sul territorio.

### **STIMA DELL'IMPATTO PREVISTO DALLE TRASFORMAZIONI SULLE RISORSE**

Per fattori di impatto si intendono le pressioni derivanti dalle azioni del Piano Attuativo che possono produrre alterazioni delle componenti ambientali. Di seguito si riporta una tabella con indicato il grado di fragilità della componente nei confronti della sollecitazione derivante dall'attuazione dal progetto.

<b>COMPONENTE</b>	<b>GRADO DI FRAGILITÀ</b>
<b>ARIA</b>	★
<b>ACQUA</b>	★ ★ ★
<b>SUOLO- SOTTOSUOLO</b>	★ ★ ★
<b>RUMORE</b>	★
<b>RADIAZIONI</b>	
<b>FAUNA E FLORA</b>	★ ★
<b>ENERGIA</b>	★
<b>RIFIUTI</b>	★ ★





<b>GRADO DI FRAGILITÀ</b>	
Basso	★
Medio	★ ★
Elevato	★ ★

**STIMA DELL'IMPATTO DELLE TRASFORMAZIONI SULLE RISORSE AMBIENTALI: POSSIBILI EFFETTI SIGNIFICATIVI SULL'AMBIENTE E MISURE PREVISTE PER IMPEDIRE, RIDURRE E COMPENSARE GLI EVENTUALI EFFETTI NEGATIVI SIGNIFICATIVI SULL'AMBIENTE**

L'attuazione del Piano Attuativo influenza alcune componenti ambientali determinando possibili elementi di criticità.

Le maggiori sollecitazioni coinvolgono le componenti:

- *Suolo e Sottosuolo*
- *Acqua*
- *Flora*

Effetti minori potranno interessare le seguenti componenti

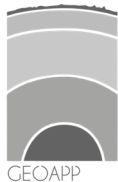
- *Sistema energetico*
- *Produzione di rifiuti*
- *Aria e clima*

EFFETTI SULLA COMPONENTE SUOLO

L'intervento si sovrappone in modo sostanziale al reticolo idraulico esistente cancellando elementi che concorrono al drenaggio delle acque superficiali. L'impermeabilizzazione del suolo porterà ad una sensibile diminuzione dei tempi di corrivazione in alveo delle acque meteoriche.

EFFETTI SULLA COMPONENTE ACQUA

L'attuazione della previsione comporterà un aumento del numero di utenti sia residenti sia di addetti ai processi di lavorazione, con conseguente aumento del fabbisogno di acqua potabile. Di seguito si riporta una stima del numero di AE che andranno ad interessare l'area produttiva. Gli scarichi domestici e assimilabili derivanti dalle attività installate andranno ad interferire con le acque del Recinaio. Per quantizzare la sollecitazione sulla risorsa è stata formulata una stima degli Abitanti Equivalenti che andranno ad inserirsi nell'area, e i conseguenti volumi di acqua potabile da reperire.



### Stima degli AE previsti dall'insediamento

#### AE derivanti dalla Civile abitazione

Nella scheda norma si afferma che sono possibili 5 alloggi da 400 mc. Considerando 1 AE ogni 100 mc si ottengono n.4 AE per ciascuno dei 5 alloggi. In totale  $5 \cdot 4 = \underline{20 \text{ AE}}$ .

#### AE derivanti da Lotti Industriali e Commerciali

Il numero di AE, per entrambi gli usi, viene valutato sulla base degli addetti: 1 AE = 3 addetti. I lotti sono 35 (8 commerciale e 27 artigianale - industriale).

Lo stima è stata effettuata stimando il numero degli addetti in base alla superficie dei lotti.

- Per i 24 lotti con sup. <math><3.500 \text{ m}^2</math> n.24 sono stati stimati 6 addetti per lotto (corrispondenti a 2 AE per lotto) cui corrisponde un totale di 48 AE
- Per gli 8 lotti con sup compresa tra 3.500 e 5000  $\text{m}^2$  sono stati stimati 9 addetti per lotto (corrispondenti a 3 AE per lotto) cui corrisponde un totale di 24 AE
- Per i 3 lotti con sup. > 5.000  $\text{m}^2$  sono stati stimati 12 addetti per lotto (corrispondenti a 4 AE per lotto) cui corrisponde un totale di 12 AE

Il numero totale degli abitanti equivalenti è pertanto stimabile in circa 104 AE

#### Stima dei volumi di acqua potabile

##### Volumi d'acqua per Civile abitazione

Il fabbisogno idrico può essere stimato prevedendo 220 l per ogni AE, per cui il fabbisogno complessivo è pari a:  $250 \cdot 20 = \underline{5000 \text{ l/g}}$

##### Volumi d'acqua necessari ai lotti commerciali

Il fabbisogno è stimato in circa 50 l/g per addetto, considerato 60 addetti si ottengono:  $60 \cdot 50 = \underline{3.000 \text{ l/g}}$ .

##### Volumi d'acqua necessari ai lotti artigianali - Industriale

Il fabbisogno è stimato in 55 l/g per addetto. Considerando un numero di addetti complessivi pari a 192 si ottiene un fabbisogno idrico pari a 10.560 l/g.

Il fabbisogno idrico complessivo dell'area è stimabile in 23560 l/g (**23,5mc/g**)

L'acquedotto comunale in base al rapporto distribuito da Acque, presenta criticità (distanza della rete di distribuzione e disponibilità idrica) che impediscono di soddisfare le esigenze dell'area.

Altra criticità è rappresentata dall'impianto di depurazione di Capannoli che non è in grado di provvedere alla depurazione delle acque domestiche e/o assimilabili prodotte nell'area.



#### EFFETTI SULLA COMPONENTE FLORA

La realizzazione dei lavori di adeguamento del corso del Recinaio porteranno alla parziale eliminazione della flora ripariale presente sulle sponde del corso d'acqua.

#### EFFETTI SUL SISTEMA ENERGETICO

L'attuazione delle previsioni comporta un deciso aumento del fabbisogno energetico con conseguente incremento del consumo di gas metano ed di energia elettrica.

#### EFFETTI SUL SISTEMA RIFIUTI

L'attuazione delle previsioni produce un incremento dei rifiuti urbani ma soprattutto porta ad una produzione di rifiuti di natura industriale che dovranno essere conferiti a termine di legge

#### EFFETTI SULL'ARIA E SUL CLIMA

Gli effetti potenzialmente negativi possono essere individuati nella :

1. Immissione di elementi inquinanti generati dal consumo di fonti energetiche fossili a vario scopo
2. Aumento dei flussi di traffico.

#### ***MISURE VOLTE ALLA RIDUZIONE O MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI NEGATIVI ATTESI***

#### MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULL'ARIA E SUL CLIMA

Per impianti che utilizzano fonti di energia convenzionale per il contenimento delle emissioni si prevedono le seguenti prescrizioni.

- 1 Le attività produttive dovranno ricorrere all'utilizzo del gas metano sia per la termoregolazione degli edifici sia per processi produttivi che richiedono l'utilizzo di combustibili.
- 2 Per le attività produttive, è richiesta la relazione tecnica relativa alla produzione di flussi gassosi nel processo produttivo. Essa deve indicare la qualità e la quantità di tali emissioni e in presenza anche di un solo composto inquinante, i sistemi adottati per l'abbattimento di tali emissioni.

Per contenere le emissioni derivanti dai maggiori consumi energetici si dovranno predisporre impianti tecnologici (fotovoltaico, solare termico, geotermico a bassa entalpia) che consentano una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> .

#### MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLA COMPONENTE ACQUA

Per quanto riguarda la componente acqua gli effetti da mitigare sono riconducibili agli aspetti di approvvigionamento, riduzione dei consumi, depurazione.



## Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

### Approvvigionamento

L'approvvigionamento idrico dell'area produttiva sarà garantito in modo autonomo con prelievo da falde sotterranee. I pozzi lo studio idrogeologico ne individua 5, saranno realizzati in modo da soddisfare l'uso di più lotti. I pozzi e la rete di distribuzione saranno potenziati ma mano che si procederà al completamento dell'area produttiva. La rete di distribuzione delle acque, dovrà garantire requisiti tecnici e di affidabilità che consentano nel futuro, qualora se ne ravvisino le condizioni, l'eventuale collegamento alla rete dell'acquedotto.

Ad ogni singolo lotto dovrà essere recapitata una linea di acqua potabile ed una linea destinata agli altri usi. Per salvaguardare la falda, i pozzi saranno eseguiti all'interno delle aree pubbliche non coinvolte da attività produttive in quanto potenziali fonti di inquinamento.

La realizzazione di pozzi autonomi a servizio dei singoli lotti è ammessa esclusivamente in presenza di una documentazione certa che ne attesti la necessità sulla base dei processi di lavorazione previsti nella struttura.

La realizzazione dei pozzi dovrà seguire l'iter normativo previsto dal R.D.1175/33 e della normativa regionale vigente.

La progettazione dei pozzi dovrà essere conforme alla normativa vigente. In particolare si dovrà prevedere il corretto isolamento degli acquiferi attraversati, lo sfruttamento di un unico acquifero, l'impermeabilizzazione superficiale, e dei primi metri del sottosuolo. I pozzi dovranno essere dotati di apposita flangia di protezione.

In appendice è riportato lo studio idrogeologico eseguito per l'individuazione dei livelli acquiferi produttivi.

### **Uso POTABILE**

I pozzi destinati ad uso potabile dovranno seguire l'iter previsto dalla ASL, predisponendo un monitoraggio stagionale (almeno per un anno) che consenta di verificare eventuali variazioni nel comportamento chimico e batteriologico delle acque. Il volume di acqua potabile giornaliero a lottizzazione ultimata è stimabile nell'ordine dei **23 mc**.

### **USO INDUSTRIALE ED ALTRI USI**

Per gli usi diversi dal potabile (industriale, igienico, irrigazione dei giardini, antincendio) si ricorrerà in via preferenziale al recupero delle acque meteoriche e solo subordinatamente all'utilizzo di falde sotterranee.

Le acque raccolte dalle coperture impermeabili, saranno stoccate in vasche interrato dimensionate secondo gli indirizzi delle N.T.A. del R.U. sono da prevedersi vasche di dimensioni non inferiori a 20m<sup>3</sup>. La realizzazione delle vasche consentirà inoltre di ridurre gli effetti legati alla maggiore impermeabilizzazione del suolo (diminuzione dei tempi di corrivazione in alveo delle acque). Qualora le acque stoccate non soddisfino i fabbisogni previsti i vari lotti potranno



## Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

attingere dalla rete di distribuzione esistente anch'essa alimentata da pozzi che attingono in falde sotterranee.

### Riduzione dei consumi

Assicurata la disponibilità della risorsa dovranno essere predisposti interventi mirati alla riduzione dei consumi per esempio introducendo adeguate tecnologie quali L'utilizzo dei frangi flusso applicati ai rubinetti, e nell'adozione sui WC di sistemi di erogazione differenziati.

Tutto ciò, pur non incidendo in modo significativo sul servizio globale rappresenta tuttavia un'applicazione positiva di risparmio della risorsa.

### Depurazione

L'area non è servita dalla pubblica fognatura e pertanto dovrà dotarsi di un sistema fognario che preveda lo smaltimento delle acque. La fognatura sarà di tipo separato, distinguendo in apposite tubazioni le acque reflue da quelle meteoriche, il corpo recettore finale è individuato nel Botro del Recinaio.

Il sistema di depurazione nel suo complesso dovrà prevedere il trattamento :

- 1) delle acque domestiche e assimilate
- 2) delle acque meteoriche
- 3) delle acque di prima pioggia contaminate e non
- 4) delle acque derivanti da processi industriali non configurabili tra quelle precedenti

### TRATTAMENTO ACQUE DOMESTICHE E ASSIMILATE

Nelle acque domestiche rientrano, le acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche.

Il progetto del Piano Attuativo prevede la realizzazione di una rete fognaria cui si allacceranno le acque provenienti dai singoli lotti. La depurazione avverrà tramite impianti privati posti all'interno dei singoli lotti, progettati sulla base delle attività svolte nei medesimi. La tipologia d'impianto sarà individuata tra i trattamenti appropriati previsti dal DPGRT 76/R e dovranno prevedere lo smaltimento dei reflui in acque superficiali. Prima dell'allacciamento alla rete fognaria saranno posizionati pozzetti di campionamento che consentano di valutare la qualità delle acque e di conseguenza il reale funzionamento degli impianti.

Le acque recapitate dalla rete fognaria saranno indirizzate in un impianto di fitodepurazione che permetterà l'affinamento delle acque reflue.

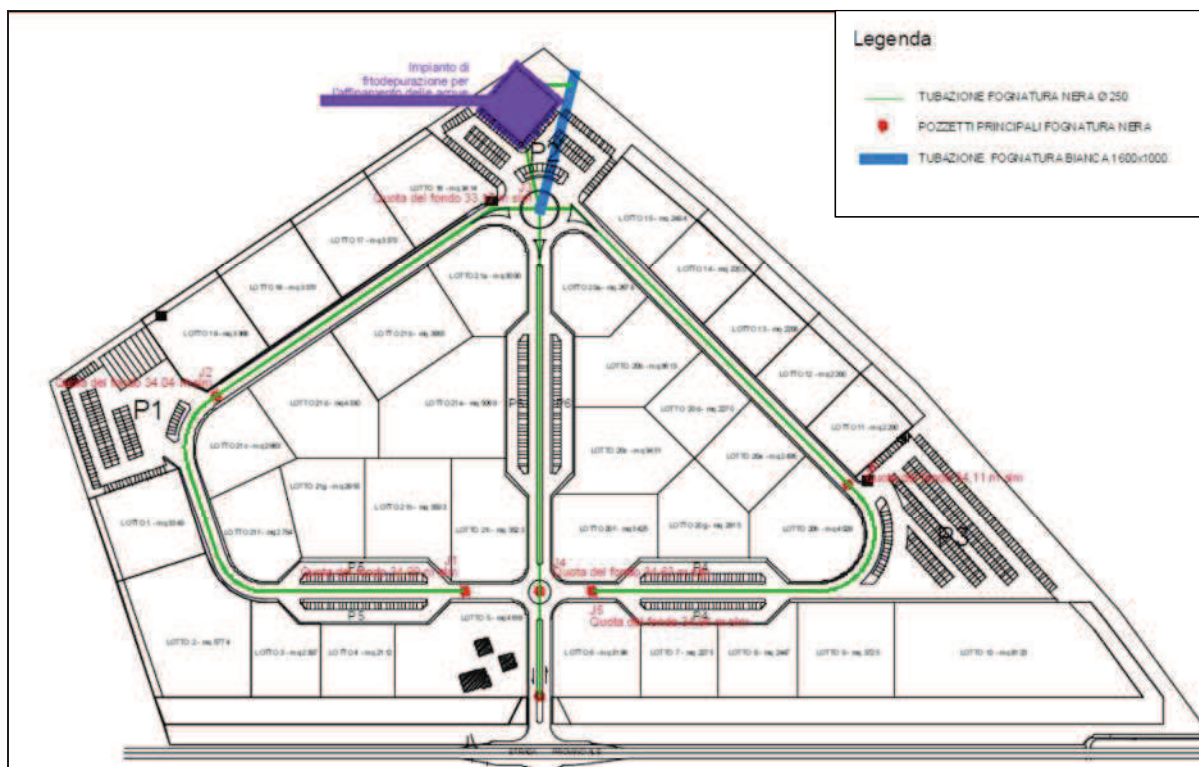


Fig.5 Schema progetto impianto fognatura nera

Lo scarico nel Recinaio, previsto in un unico punto, sarà effettuato con modalità che garantiscano la stabilità delle sponde. Le modalità di scarico sono regolate dallo studio idraulico eseguito. Il punto di immissione è soggetto ad autorizzazione regionale ai sensi del R.D.523/1904. Le acque immesse nel Recinaio contribuiranno a garantire il flusso minimo vitale del corso d'acqua.

#### RETE TRATTAMENTO ACQUE BIANCHE- METEORICHE

Il dimensionamento della rete dovrà essere effettuato prevedendone il dimensionamento per eventi con tempi di ritorno precipitazioni con T100. L'immissione delle acque nel Recinaio è soggetta ad autorizzazione Provinciale ai sensi del R.D. 523/1904.

In applicazione della L.R. n.20/2006, le acque meteoriche derivanti dall'area produttiva, possono essere suddivise in due gruppi: CONTAMINATE e non CONTAMINATE

Le acque non contaminate comprendono le AMDNC (acque meteoriche dilavanti non contaminate). Queste sono "acque meteoriche dilavanti derivanti da superfici impermeabili non adibite allo svolgimento di attività produttive, ossia: le strade pubbliche e private, i piazzali di sosta e di movimentazione di automezzi, parcheggi e similari, anche di aree industriali, dove non vengono svolte attività che possono oggettivamente comportare il rischio di trascinalimento di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali

Rientrano in questo gruppo anche casi particolari di acque di prima pioggia (AMPP) quali quelle provenienti da :



## Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

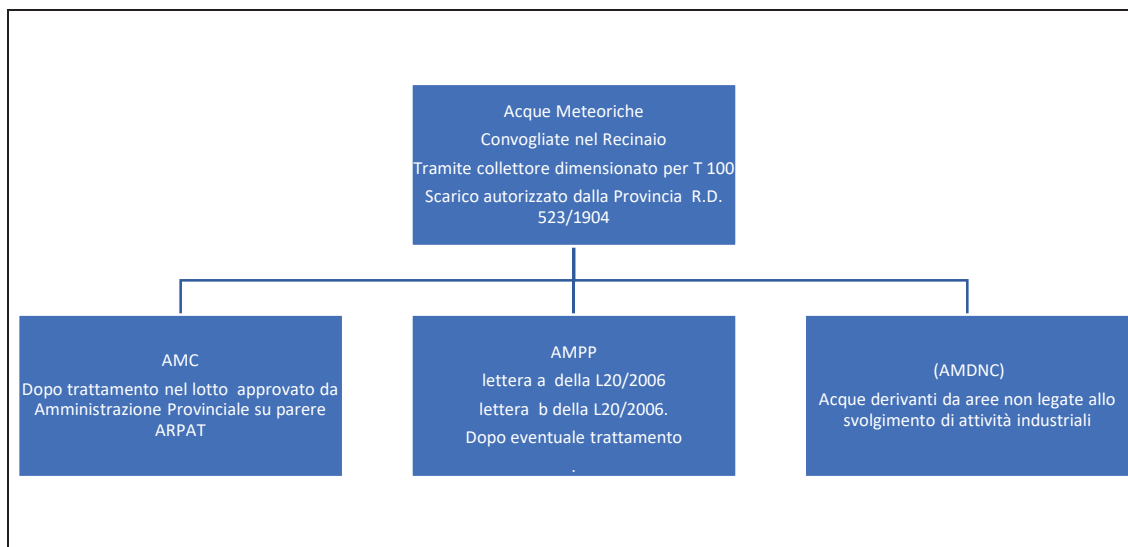
- a) tetti o tettoie di edifici, di altre strutture permanenti o temporanee, di insediamenti o stabilimenti che non svolgano le attività, individuate dal regolamento di cui all'articolo 13, ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera e);
- b) altre superfici impermeabili, diverse dalle precedenti provenienti da stabilimenti che non svolgano le attività, individuate dal regolamento di cui all'articolo 13, ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera e).

### RETE TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE CONTAMINATE

Le acque meteoriche contaminate (AMC): sono acque meteoriche dilavanti, derivanti dalle attività che comportano oggettivo rischio di trascinarsi, nelle acque meteoriche, di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali individuate dal regolamento di cui all'articolo 13.

Le acque contaminate comprendono anche le acque di prima pioggia potenzialmente inquinate

Lo scarico di queste acque è soggetto ad autorizzazione provinciale, dietro parere ARPAT.



### RETE TRATTAMENTO ACQUE INDUSTRIALI

In presenza di attività i cui scarichi non rientrano tra quelli assimilabili ai domestici, i singoli lotti dovranno dotarsi di idonei impianti di trattamento che consentano il raggiungimento di concentrazioni chimico-batteriologiche tali da consentirne il convogliamento nella rete fognaria progettata.

### MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLA COMPONENTE SUOLO - SOTTOSUOLO

#### SUOLO

L'intervento di mitigazione più rilevante riguarda gli aspetti idraulici dell'area. La zona industriale si colloca nell'ambito di un tessuto agricolo caratterizzato da un reticolo idraulico ben definito e articolato che sarà oggetto di un profondo cambiamento.

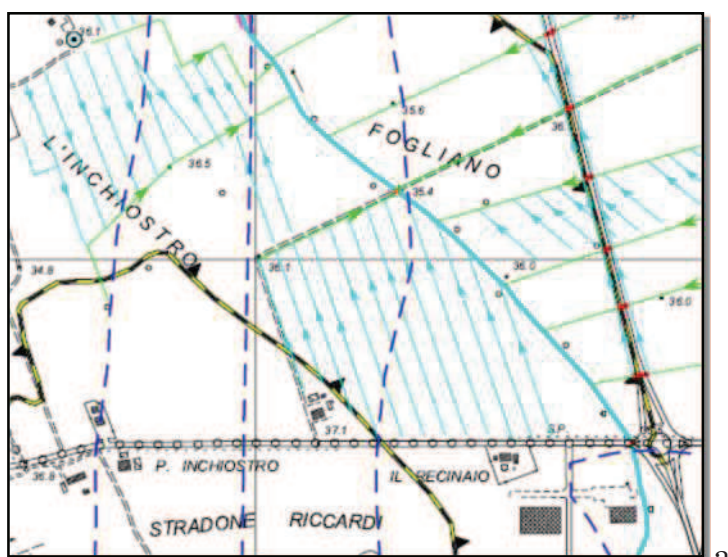


Fig.4 reticolo idraulico superficiale esistente

Le modifiche al reticolo, saranno supportate da uno studio idraulico che ne dimostri il mantenimento della funzionalità. Le modifiche da apportare alla sezione del Recinaio, per consentirne il contenimento in alveo della portata duecentennale sono evidenziate nello studio idraulico riportato in appendice. La realizzazione delle vasche interrato, precedentemente descritte, consente di mitigare gli effetti legati all'incremento della impermeabilizzazione del suolo.

#### SOTTOSUOLO

Le indagini geognostiche (8 prove penetrometriche statiche) e geofisiche (sismica a rifrazione) hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica del sottosuolo e la caratterizzazione geotecnica dei livelli attraversati. Ciò permette di dimensionare gli interventi in progetto individuando tipologie di fondazione che portino a carichi compatibili con le caratteristiche geotecniche dei livelli presenti nel sottosuolo.

#### MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SUL SISTEMA ENERGETICO

Per una mitigazione dei consumi dovranno essere adottate tecnologie legate all'uso di fonti energetiche rinnovabili quali il fotovoltaico il solare termico, il geotermico a Bassa Entalpia. Gli edifici dovranno essere dotati di idonei sistemi di coibentazione.

#### MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SUL SISTEMA RIFIUTI

Dovranno essere incentivate le azioni previste dal piano di raccolta comunale.. All'interno dei singoli lotti in base alle attività svolte, dovranno essere individuate idonee azioni che favoriscano lo smaltimento dei rifiuti derivanti dalle attività produttive, evitando la formazione di eccessivi cumuli di stoccaggio.





### **MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SUL SISTEMA FLORA**

Successivamente agli interventi di adeguamento idraulico del Recinaio si dovrà procedere ad un ripristino della preesistente flora ripariale e al rinverdimento delle sponde per preservarle da fenomeni erosivi. È prevista la ricostituzione di una cenosi ripariale, prevedendo la ricreazione di ambienti che consentano il ricovero per specie avicole oggi in difficoltà a causa della coltivazione meccanica dei campi che ha determinato l'eliminazione delle siepi preesistenti. Il ripristino del corso d'acqua sarà l'occasione per creare un vero e proprio corridoio ecologico da affiancare alla previsione del percorso ciclabile. La sistemazione delle aree a verde presenti all'interno del P.A. dovranno prevedere elementi che si inseriscano nell'ambito della riqualificazione paesaggistica ed ambientale del Recinaio.

### **VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI ATTESI DERIVANTI DALL'ATTUAZIONE DEL PROGETTO**

Gli indirizzi e gli obiettivi proposti dal Piano Attutivo determinano le seguenti incidenze:

In ordine al quadro ambientale :

- *non comportano trasformazioni significative al contesto ambientale. Le prescrizioni introdotte tutelano in modo adeguato i fattori del suolo dell'acqua e della flora.;*
- *le trasformazioni saranno realizzate con adeguati progetti di inserimento paesaggistico;*
- *gli interventi antropici previsti non determinano effetti sulla salute umana o incidono sui livelli di qualità ambientale;*

in ordine agli aspetti socio-economici:

- *incentivano l'economia con l'introduzione nel territorio di nuove attività produttive e facilitano la funzionalità delle attività esistenti*
- *non generano elementi significativamente negativi sulla salute umana.*

in ordine agli aspetti di natura urbanistica:

- *L'intervento si colloca all'interno degli scenari delineati dal PS e dal R.U.;*
- *si favorisce il potenziamento del sistema economico*

### **INDICAZIONI PER IL MONITORAGGIO**

Il monitoraggio deve essere svolto, nella fase di progettazione degli interventi, nel periodo di realizzazione e al termine dei lavori di trasformazione previsti dalle azioni del Piano Attuativo e dovrà valutare gli effetti, tenendo presente la possibilità di miglioramento.

In questa fase, per quanto riguarda la necessaria attività di monitoraggio dello stato di attuazione delle scelte del piano attuativo e soprattutto del livello di soddisfacimento degli



## Studio di Geologia Dr. Geol. Claudio Nencini

Corso Repubblica, 142 - 56043 - Fauglia (PI) - P.I. 02104220500

Tel/fax: 050650797 - Cell: 3287390618

Mail: nencini.geol@gmail.com - Web: www.geoappgeologia.it

obiettivi individuati, sarà necessario provvedere ad una verifica rispetto ai singoli indicatori, definiti nell'ambito dell'attuale processo di valutazione.

La fase di monitoraggio è volta in particolare a:

- **valutare l'efficacia delle azioni programmate**, anche in relazione agli obiettivi ambientali stabiliti dal piano;
- **individuare tempestivamente gli effetti negativi imprevisti**, ed essere in grado di adottare le eventuali misure correttive ritenute opportune.

Visto il contesto ambientale in cui l'intervento si inserisce particolare attenzione dovrà essere prestata alla efficacia delle prescrizioni inerenti la componente acqua.

L'impostazione del sistema di monitoraggio degli effetti significativi sarà oggetto dei contenuti del Rapporto Ambientale. Il sistema, oltre che comprendere la definizione degli indicatori, dovrà comprendere anche le responsabilità e le risorse necessarie per la sua attuazione.

### ***SINTESI NON TECNICA***

La sintesi non tecnica verrà redatta nella fase successiva ed a conclusione della stesura del Rapporto Ambientale come prevede il comma 4 dell'art. 24 della l.r. 10/2010 e s.m.i., e sarà strutturata sotto forma di un fascicolo distinto e separato per favorirne la consultazione da parte del pubblico. In tal senso il documento sintetizzerà quanto sviluppato nel Rapporto Ambientale con un linguaggio non tecnico e non specialistico.

### ***APPENDICI***

- Indagine geologica dell'area
- Studio idrologico idraulico del Recinaio
- Studio idrogeologico del sottosuolo area AUP2.2
- Progetto impianto di fitodepurazione

Dr. Geol. Claudio Nencini

*ALLEGATI*

# COMUNE DI CAPANNOLI

Provincia di PISA

## PIANO DI LOTTIZZAZIONE COMMERCIALE E PRODUTTIVO POSTO IN CAPANNOLI (PI) VIA PROV.LE SANTO PIETRO BELVEDERE

### SCHEMA NORMA AUP 2.2

## ASPETTI IDRAULICI

Committente:

GOLF IMMOBILIARE srl

### PROGETTAZIONE IDRAULICA:



#### H.S. INGEGNERIA srl

Via A. Bonistalli 12  
50053 Empoli (FI)  
Tel. e Fax 0571-725283  
e.mail info@hsingegneria.it  
web www.hsingegneria.it  
P.IVA 01952520466

#### Dott. Ing. PAOLO PUCCI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze n.4824

### CODICE ELABORATO

Oggetto:

Relazione idraulica

ANNO	LIVELLO	IDENT. PROGETTO	TIPOLOGIA	NUMERO ELABORATO
2014	PL	AUP22	REL	01

FILE:  
7

SCALA:

-

DATA EMISSIONE:

Aprile 2014

REVISIONE	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
00	Piano di lottizzazione	PP	PP	PP	Aprile 2014

Il presente elaborato è di esclusiva proprietà, a norma di legge, dei professionisti incaricati. E' vietata la riproduzione, anche parziale, o il trasferimento a terzi senza specifica autorizzazione scritta

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

## Indice generale

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO.....</b>	<b>3</b>
3.1. Piano di bacino stralcio Riduzione Rischio Idraulico DPCM 05/11/1999.....	3
3.2. Piano di bacino stralcio Assetto Idrogeologico DPCM 06/05/2005.....	3
3.3. Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli.....	3
3.4. L.R.T. 1/2005 e DPGR 53/R-2011.....	4
3.5. L.R.T. 21/2012.....	4
<b>4. CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....</b>	<b>5</b>
4.1. Classi di pericolosità idraulica ai sensi del PAI.....	5
4.2. Classi di pericolosità idraulica ai sensi del DPGR 53/R.....	5
<b>5. CONDIZIONI PER LA FATTIBILITÀ IDRAULICA.....</b>	<b>6</b>
5.1. Classe di fattibilità idraulica ai sensi del RU del Comune di Capannoli.....	6
5.2. Condizioni di fattibilità idraulica.....	6
<b>6. ADEGUAMENTO DEL RIO RECINAIO ALLA PORTATA CON TEMPO DI RITORNO 200 ANNI. 7</b>	<b>7</b>
6.1. Portata di progetto.....	7
6.2. Geometria del modello.....	7
6.3. Coefficienti di scabrezza.....	8
6.4. Condizioni al contorno.....	8
6.5. Modellazione idraulica dello stato attuale.....	8
6.6. Modellazione idraulica dello stato di progetto.....	8
<b>ALLEGATO 1. ESTRATTI CARTOGRAFICI.....</b>	<b>9</b>
ALLEGATO 1.1. Piano di Bacino stralcio Riduzione Rischio Idraulico.....	9
ALLEGATO 1.2. Carta della pericolosità idraulica ai sensi del PAI.....	10
ALLEGATO 1.3. Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli.....	11
<b>ALLEGATO 2. RISULTATI SIMULAZIONI IDRAULICHE RIO RECINAIO.....</b>	<b>13</b>
ALLEGATO 2.1. Modellazione idraulica dello stato attuale.....	13
ALLEGATO 2.2. Modellazione idraulica dello stato di progetto.....	14

PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	1/14

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

## 1. PREMESSA

La presente relazione idraulica è redatta dal sottoscritto Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) su incarico della società GOLF IMMOBILIARE srl, a supporto del progetto della lottizzazione AUP 2.2 nel Comune di Capannoli (PI).

Scopo della presente relazione è quello di descrivere le condizioni di pericolosità e di conseguenza definire la fattibilità sotto il profilo idraulico, ai sensi delle vigenti normative di riferimento in materia.

Si provvede inoltre, ai sensi della scheda norma AUP 2.2, al progetto dell'adeguamento del Rio Recinaio per eventi con tempo di ritorno 200 anni e alla progettazione del sistema di fognatura bianca e nera.

Il Piano di Lottizzazione interessa un terreno di circa 20 ettari di superficie, e si sviluppa lungo la viabilità denominata S.P. n.26 Santo Pietro Belvedere di connessione tra la strada della Fila e la S.R.T. 439. Sul lato opposto della provinciale si sviluppa la zona industriale del Comune di Peccioli.

Il progetto è sviluppato sulla base delle indicazioni riportate nella Scheda Norma AUP 2.2 Ambito Unitario di progetto: "Le attività produttive" del Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli.

L'area si presenta come pianeggiante, ad una quota di circa 35 m slm; dal punto di vista idrografico trattasi di un'area di fondovalle, percorsa ad Ovest dal fiume Era e ad Est dal Torrente Roglio. Il comparto si sviluppa in adiacenza alla sponda sinistra del Rio Recinaio, affluente del fiume Era.

Il progetto prevede la realizzazione di 8 lotti a destinazione commerciale, per una superficie complessiva di circa 30.000 mq, e di 12 lotti a destinazione artigianale per una superficie complessiva di circa 86.000 mq. Completano l'intervento le opere di urbanizzazione (strade e parcheggi) ed aree a verde.

Per informazioni di maggior dettaglio si rimanda al progetto redatto dagli Architetti Aringhieri e Bini di Ponsacco (PI).

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli;
- Piano di Bacino stralcio Riduzione Rischio Idraulico DPCM 05/11/1999;
- Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico DPCM 06/05/2005;
- L.R.T. 1/2005;
- D.P.G.R. 53/R-2001;
- L.R.T. 21/2012.

PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	2/14

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

### 3. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

#### 3.1. Piano di bacino stralcio Riduzione Rischio Idraulico DPCM 05/11/1999

Ai sensi del DPCM 05/11/1999 l'area in oggetto, come mostrato negli allegati al presente documento:

- non risulta perimetrata nella "Carta guida delle aree allagate";
- non risulta perimetrata nella "Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno";
- risulta invece perimetrata nella "Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti".

Pertanto le Norme 2, 3 e 6 delle Norme di Attuazione del DPCM 05/11/1999 non si applicano all'area in oggetto; si applicano invece le disposizioni di cui alla Norma 5, che però riguardano gli aspetti legati alla pianificazione del territorio. Il Comune di Capannoli ha localizzato l'AUP 2.2 nell'area in oggetto, e pertanto non si hanno prescrizioni normative derivanti dal DPCM 05/11/1999.

#### 3.2. Piano di bacino stralcio Assetto Idrogeologico DPCM 06/05/2005

Ai sensi del PAI dell'Autorità di Bacino del fiume Arno (DPCM 06/05/2005) l'area in oggetto ricade, come mostrato nell'estratto cartografico in allegato, per la maggior parte in classe di pericolosità idraulica PI1 moderata; in adiacenza al Rio Recinaio sono presenti delle fasce di pericolosità PI2, PI3 e PI4 (per quanto riguarda il sedime del Recinaio).

L'intervento di edificazione riguarda esclusivamente l'area classificata in PI1, e pertanto a tale trasformazione si applicano i disposti di cui all'art.8 delle Norme di Piano:

*Art. 8 – Aree a pericolosità idraulica media e moderata (P.I.2 e P.I.1) e aree di ristagno*

Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio.

Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno il PAI, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 di programmi di previsione e prevenzione.

Per le aree in PI2, PI3 e PI4 è prevista nel progetto dell'area AUP 2.2 una fascia a verde e gli interventi di adeguamento idraulico alla portata duecentennale del Rio Recinaio; tali interventi risultano compatibili con le suddette classi di pericolosità.

#### 3.3. Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli

Gli studi idraulici a supporto del Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli per l'area in oggetto indicano delle fasce di allagamento per eventi con tempo di ritorno 30-100 e 200 anni in adiacenza al Rio Recinaio, come mostrato in allegato. La maggior parte dell'area non risulta violata da eventi duecentennali.

La classe di pericolosità idraulica, assegnata ai sensi del DPGR 26/R, è la classe I2 per la maggior parte dell'area, con un incremento delle condizioni di pericolosità in prossimità dell'alveo del Recinaio.

PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	3/14

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

La classe di fattibilità assegnata all'area è la classe F3 – fattibilità condizionata.

Le Norme Tecniche di Attuazione del vigente Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli hanno una specifica scheda norma per l'AUP 2.2. Per quanto riguarda gli aspetti idraulici sono riportate le seguenti prescrizioni:

- I nuovi interventi dovranno munirsi di appositi sistemi di depurazione autonomi che rimarranno in funzione fino all'eventuale allaccio ad un sistema di depurazione pubblica adeguamento del sistema di depurazione pubblica
- E' prescritta la realizzazione del duplice sistema fognario
- Dovrà essere perseguito il miglioramento funzionale del reticolo idraulico superficiale ed in particolare del Recinaio la cui sezione idraulica dovrà essere adeguata in continuità con quanto eseguito a monte della SP n. 26

#### **3.4. L.R.T. 1/2005 e DPGR 53/R-2011**

Il regolamento di attuazione della L.R. 1/2005 emanato con DPGR 53/R costituisce aggiornamento del previgente regolamento (DPGR 26/R); i criteri per l'assegnazione della classe di pericolosità idraulica non sono cambiati, e pertanto rimane valida la classe di pericolosità idraulica I2 media corrispondente ad aree in sicurezza rispetto ad eventi duecentennali.

#### **3.5. L.R.T. 21/2012**

L'area di intervento ove è prevista la realizzazione dei fabbricati ricade in area PI1 (moderata) ai sensi del PAI e in classe di pericolosità idraulica I2 (media) ai sensi del DPGR 53/R-2011. Dato che la L.R.T. 21/2012 si riferisce alle aree classificate in pericolosità idraulica molto elevata, non ne derivano prescrizioni per la trasformazione in oggetto.

PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	4/14



PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

#### **4. CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA**

La pericolosità idraulica nell'area oggetto di studio è essenzialmente dovuta alla presenza del Rio Recinaio, che scorre lungo il confine Est del lotto.

##### **4.1. Classi di pericolosità idraulica ai sensi del PAI**

Per la trasformazione in oggetto, limitatamente all'area ove si realizzeranno i fabbricati e le pertinenze, la classe di pericolosità idraulica ai sensi del PAI è la PI1 (pericolosità idraulica moderata).

##### **4.2. Classi di pericolosità idraulica ai sensi del DPGR 53/R**

In coerenza al RU del Comune di Capannoli, l'area in oggetto, limitatamente alla porzione ove si realizzeranno i fabbricati e le pertinenze, è da classificarsi in classe di pericolosità I2 – media, in quanto risulta in sicurezza a fronte di eventi con tempo di ritorno 200 anni.

PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	5/14

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

## 5. CONDIZIONI PER LA FATTIBILITÀ IDRAULICA

### 5.1. Classe di fattibilità idraulica ai sensi del RU del Comune di Capannoli

La “Carta della fattibilità” del RU del Comune di Capannoli (tavola C1 variante 2013) per l'area in oggetto riporta una classe di fattibilità F3 – condizionata, derivante da una classe di pericolosità I2 per la maggior parte dell'area e da una classe I3 per una piccola porzione in adiacenza al Rio Recinaio.

### 5.2. Condizioni di fattibilità idraulica

Considerati i disposti normativi riassunti e descritti ai capitoli precedenti, le condizioni di fattibilità idraulica per la trasformazione si riassumono in quanto prescritto dal vigente Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli, ed in particolare:

- dovrà essere perseguito il miglioramento funzionale del reticolo idraulico superficiale ed in particolare del Recinaio la cui sezione idraulica dovrà essere adeguata in continuità con quanto eseguito a monte della SP n.26.

Con l'adeguamento del Recinaio alla massima portata duecentennale attesa nel tratto di interesse si eliminano le eventuali condizioni di pericolosità (fasce esterne all'alveo in classe di pericolosità idraulica PI3 e PI2 ai sensi del PAI).

Adeguato il Rio Recinaio non persisteranno ulteriori prescrizioni per la fattibilità della trasformazione sotto il profilo del rischio idraulico.

PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	6/14

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

## 6. ADEGUAMENTO DEL RIO RECINAIO ALLA PORTATA CON TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

Il dimensionamento del Rio Recinaio alla massima portata attesa con tempo di ritorno 200 anni è stato eseguito mediante un modello di calcolo a moto permanente monodimensionale implementato mediante il software HEC RAS 4.1.0.

La geometria del modello idraulico relativo allo stato attuale è stata determinata sulla base del rilievo topografico del Rio fornito dall'Arch. Aringhieri di Ponsacco.

### 6.1. Portata di progetto

Per dimensionare sotto il profilo idraulico l'adeguamento del Rio Recinaio in continuità con quanto eseguito a monte della S.P. n.26 è necessario in primo luogo determinare la portata di progetto per tale evento.

Il Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli (Relazione idrologica – idraulica, Novembre 2008) per il Rio Recinaio indica le seguenti portate massime al variare del tempo di ritorno:

Tabella 6 - Rio Recinaio – Portate al colmo

Rif. HMS	Q <sub>20</sub>	Q <sub>30</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>
Rio Recinaio	11.92	13.09	15.49	17.32

La portata massima duecentennale ammonta quindi a 17.32 m<sup>3</sup>/s.

Il tratto del Rio Recinaio a monte della S.P. n.26, nel Comune di Peccioli, è stato adeguato sulla base dello "Studio idrologico idraulico di supporto alla rettifica del tracciato del Rio Recinaio" redatto dai Geologi Francesca Franchi e Luca Niccoli e dall'Ing. Stefano Nardi nel Marzo 2002; nell'ambito di tale studio è stata determinata una portata massima duecentennale del bacino alla chiusura dello stesso in corrispondenza della S.P. n.26 pari a 28.37 m<sup>3</sup>/s.

Considerato che il RU del Comune di Capannoli prescrive l'adeguamento del Recinaio in continuità con quanto eseguito a monte, e secondo ovvie considerazioni di carattere cautelativo, si assume in questa sede come portata di progetto la massima portata duecentennale derivante dallo studio a supporto della rettifica del Recinaio nel Comune di Peccioli, pari quindi a:

$$Q_{200} = 28.37 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 6.2. Geometria del modello

La geometria del modello idraulico è stata determinata sulla base del rilievo topografico fornito dall'Arch. Aringhieri, per un totale di 16 sezioni a valle della S.P. n.26, di cui 13 in adiacenza al comparto oggetto di intervento, e 3 a valle dello stesso.

Per la simulazione dello stato attuale si è impiegata la geometria desunta dal rilievo; per le simulazioni allo stato di progetto sono state apportate le verifiche necessarie a garantire il rispetto del franco di sicurezza di 50 cm rispetto al ciglio di sponda, in quanto il Recinaio nel tratto in oggetto risulta

PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	7/14

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

non arginato.

### **6.3. Coefficienti di scabrezza**

Sulla base dei dati di letteratura, ed in completa analogia a quanto eseguito nello studio per il dimensionamento del tratto di monte (Franchi – Niccoli – Nardi, Marzo 2002), il coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning è stato assunto pari a:

$$n = 0.025$$

### **6.4. Condizioni al contorno**

Per le simulazioni idrauliche, sia allo stato attuale che allo stato di progetto, si è assunta come condizione al contorno di monte e di valle quella di deflusso in condizioni di moto uniforme, con pendenza della linea dell'energia pari alla pendenza del fondo.

### **6.5. Modellazione idraulica dello stato attuale**

La modellazione idraulica dello stato attuale ha mostrato che il tratto in oggetto del Rio Recinaio è del tutto inadeguato allo smaltimento della portata con tempo di ritorno 200 anni, con allagamento del piano campagna in adiacenza all'alveo inciso, in totale analogia rispetto a quanto indicato nelle carte di allagamento del RU del Comune di Capannoli.

In allegato al presente documento si riportano i risultati della modellazione idraulica ottenuti dal software HEC RAS.

### **6.6. Modellazione idraulica dello stato di progetto**

Per consentire lo smaltimento della massima portata con tempo di ritorno 200 anni nel tratto in adiacenza all'AUP 2.2 è stata progettata una sezione trapezia, con larghezza al fondo di 6 m e scarpa delle sponde 1 su 1. Al fondo alveo è stata assegnata una pendenza costante pari a circa il 5.4 per mille, nel tratto compreso tra la sezione 2 e la sezione 13. L'ampliamento della sezione idraulica rispetto allo stato attuale è stato effettuato esclusivamente in sinistra idrografica, nell'ambito dell'AUP 2.2, senza andare ad modificare il terreno in destra idrografica.

In questo modo si ottiene un franco minimo pari a 50cm, sufficiente secondo le prescrizioni normative per corsi d'acqua non arginati.

In allegato al presente documento si riportano i risultati della modellazione idraulica effettuata con il software HEC-RAS.

Ovviamente l'adeguamento consentirà lo smaltimento in sicurezza della portata duecentennale solo qualora si provveda in futuro all'adeguamento anche del tratto del Recinaio a valle della zona di intervento, fino all'immissione nell'Era.

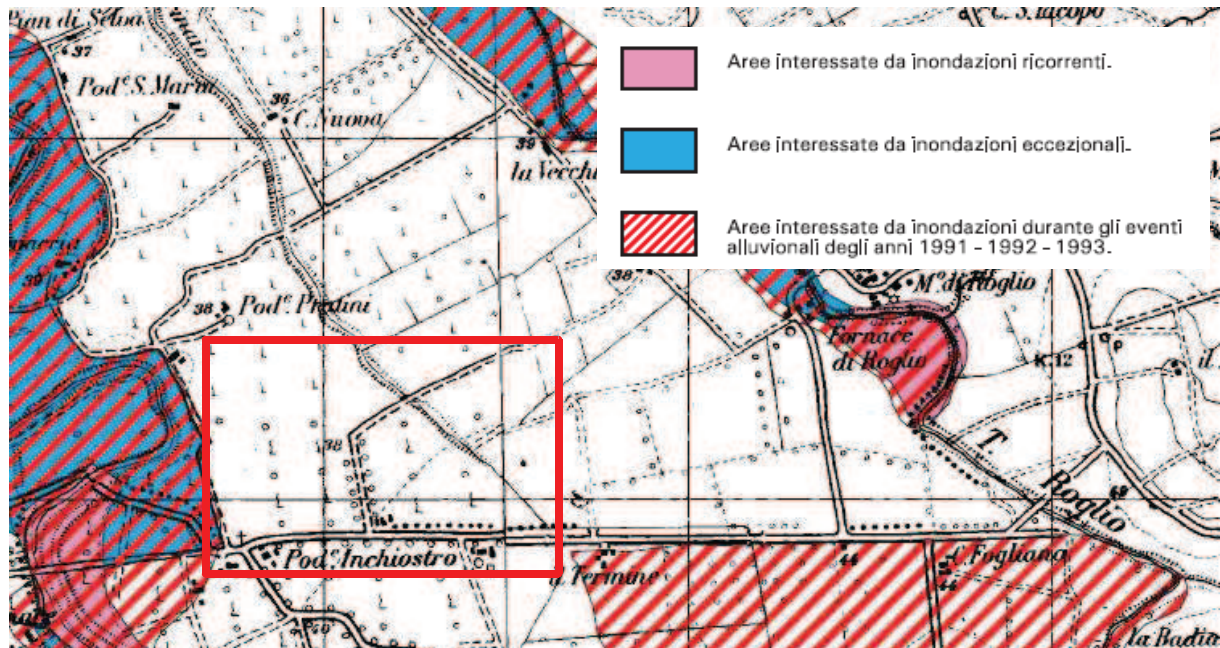
PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	8/14

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

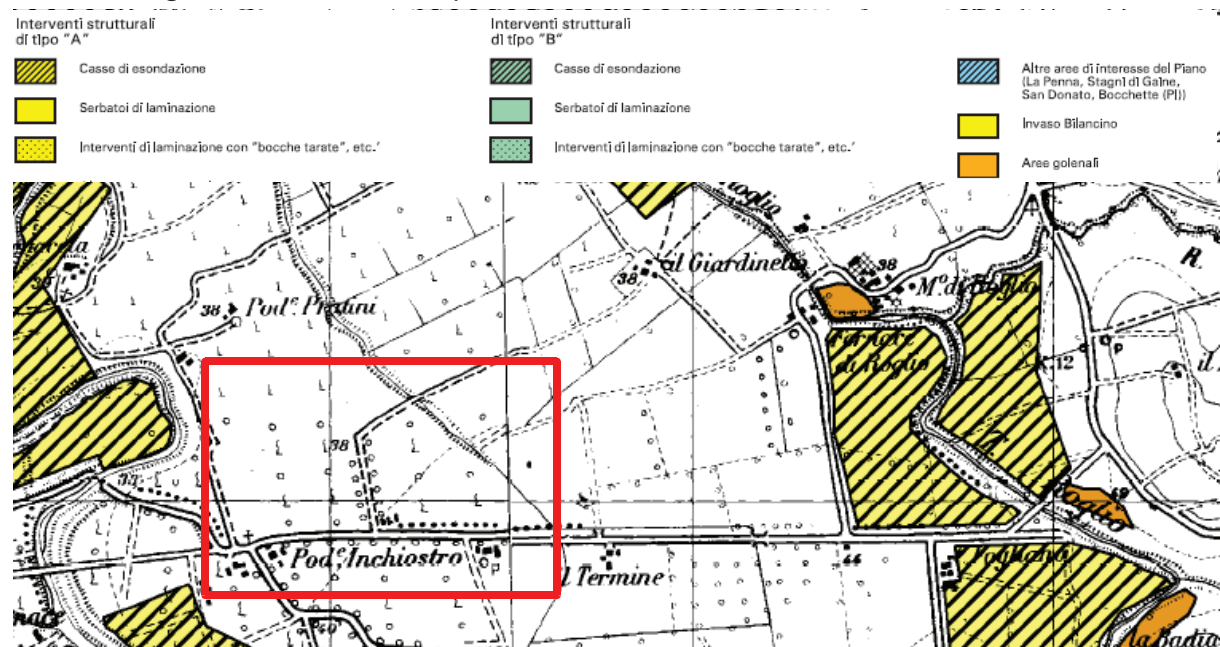
## ALLEGATO 1. ESTRATTI CARTOGRAFICI

### ALLEGATO 1.1. Piano di Bacino stralcio Riduzione Rischio Idraulico

Carta guida delle aree allagate:



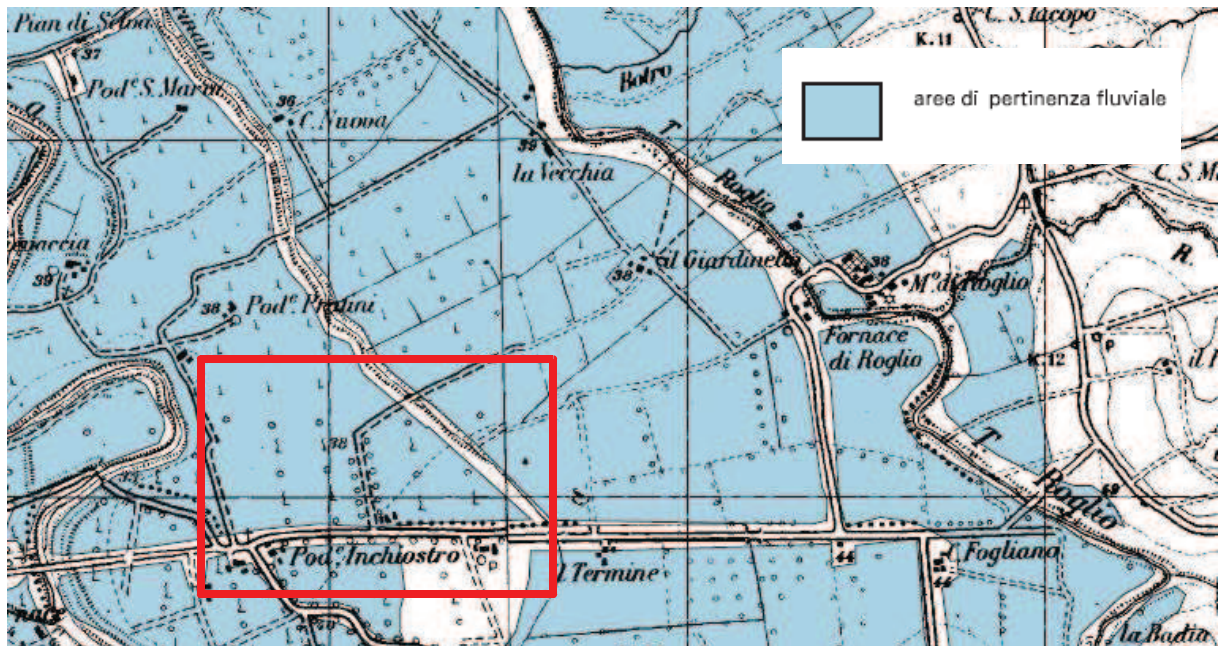
Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno:



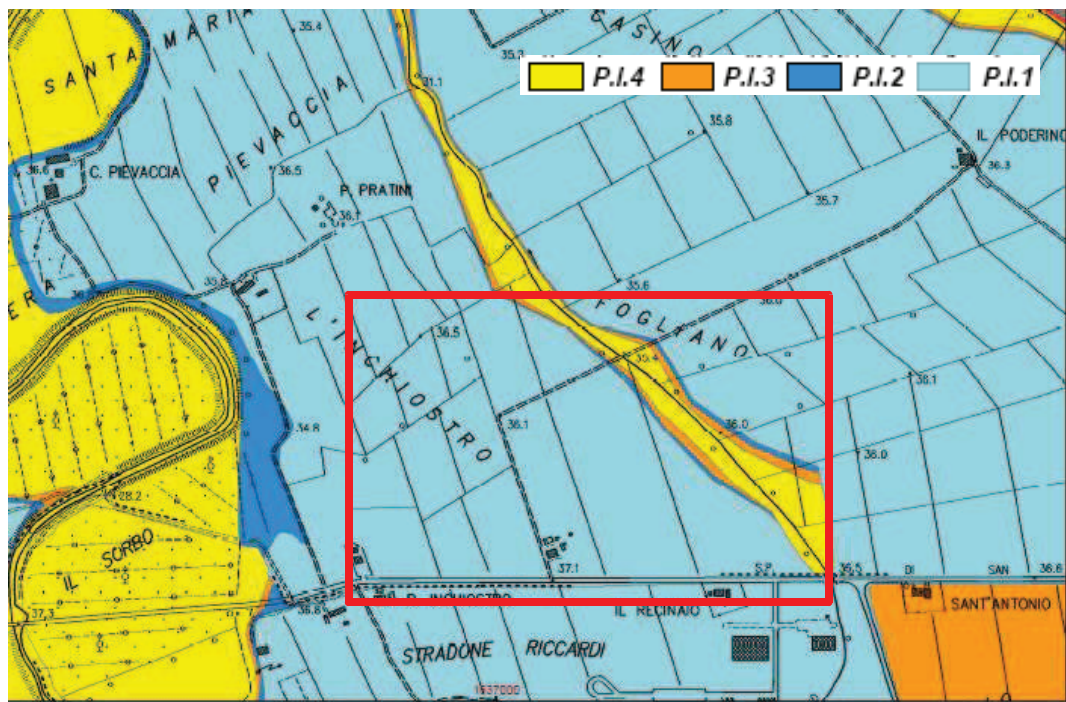
PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	9/14

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti:



**ALLEGATO 1.2. Carta della pericolosità idraulica ai sensi del PAI**



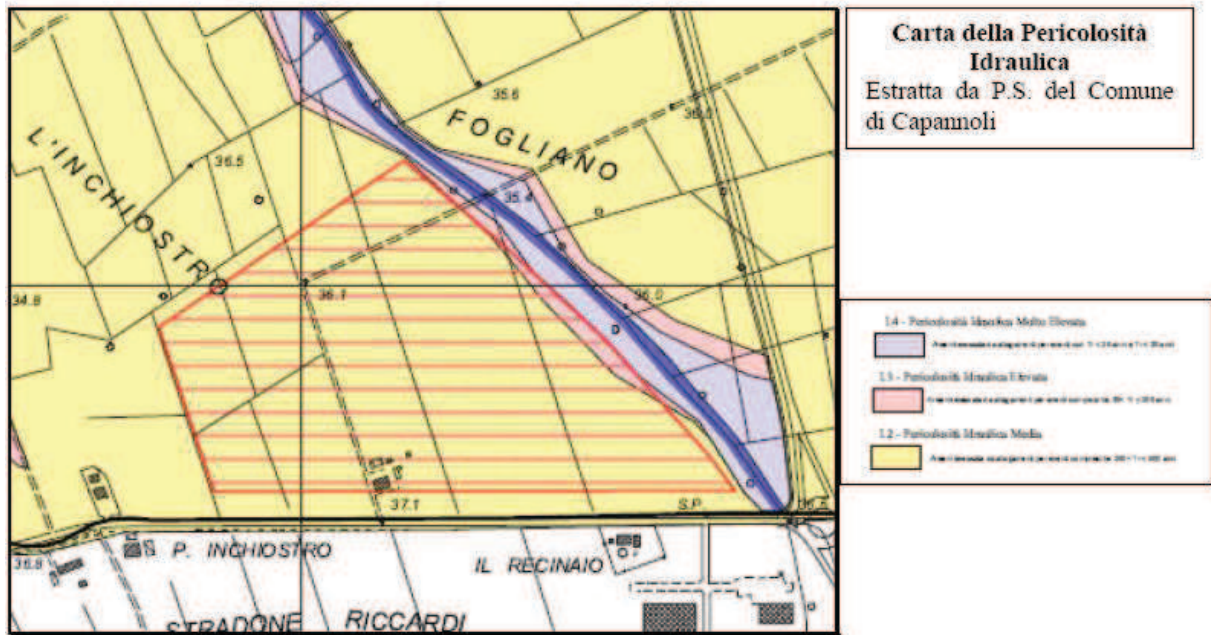
Stralcio n.528 mod. con Dec. n°83/08, Dec. n°18/09

PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	10/14

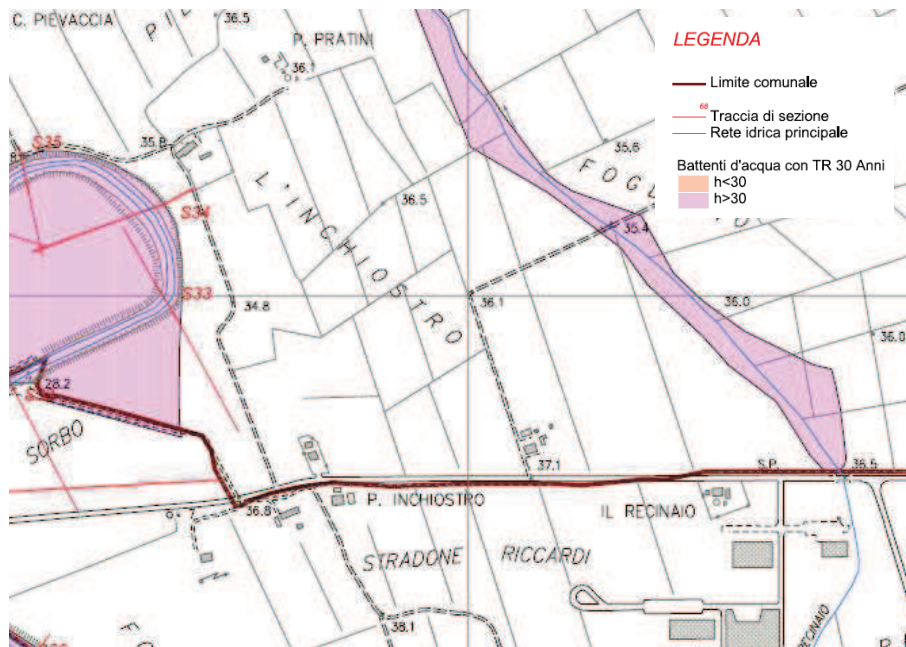
PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

**ALLEGATO 1.3. Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli**

Carta della pericolosità idraulica:



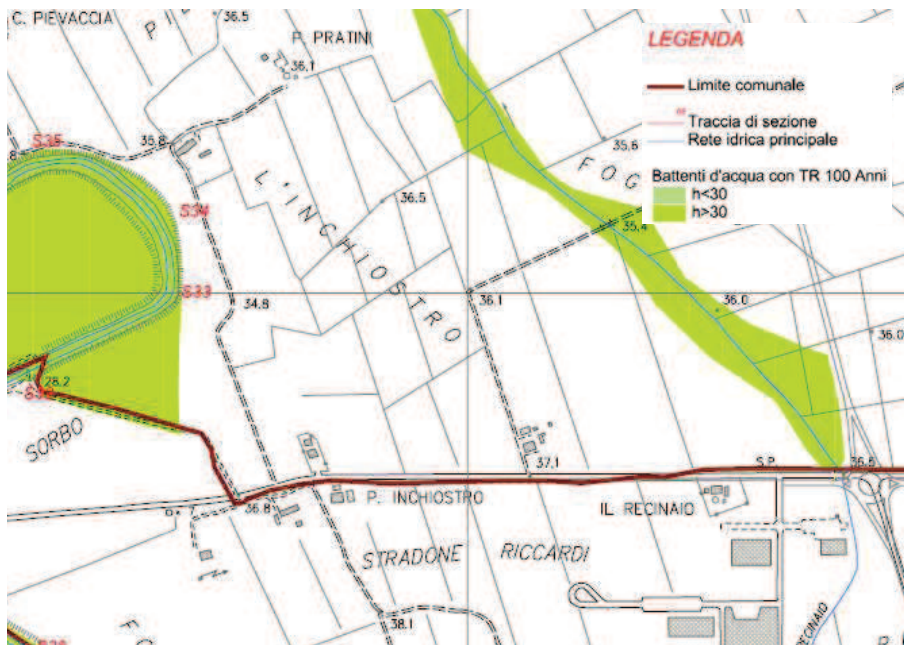
Regolamento Urbanistico: aree inondabili con TR 30 anni



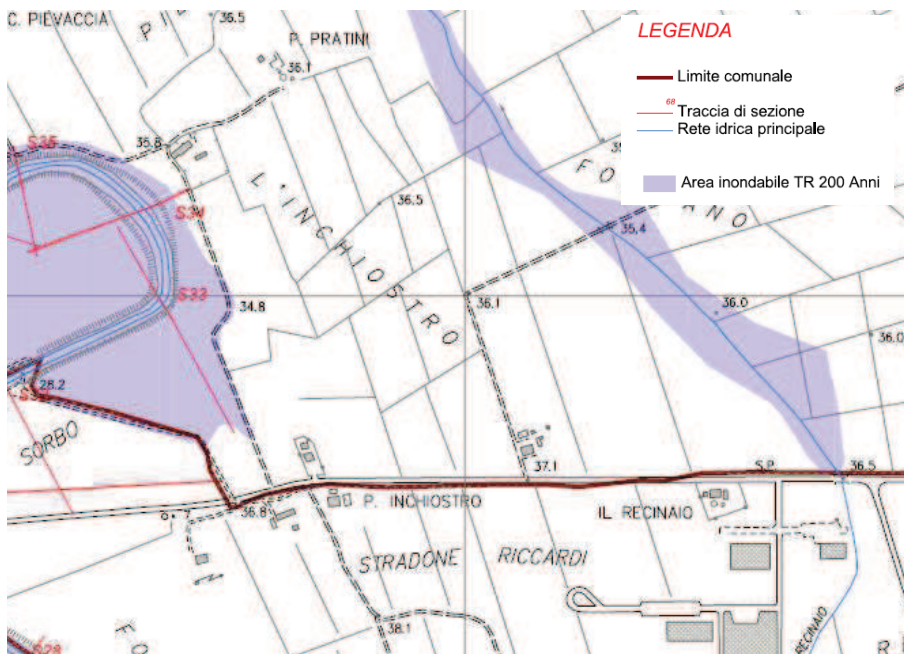
PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl) Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	11/14

PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

### Regolamento Urbanistico: aree inondabili con TR 100 anni



### Regolamento Urbanistico: aree inondabili con TR 200 anni



<b>PROGETTAZIONE IDRAULICA</b>	<b>PAGINA</b>
<b>Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl)</b> Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	<b>12/14</b>



PROGETTO	ELABORATO	COMMITTENTE	DATA
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

## **ALLEGATO 2.     **RISULTATI SIMULAZIONI IDRAULICHE RIO RECINAIO****

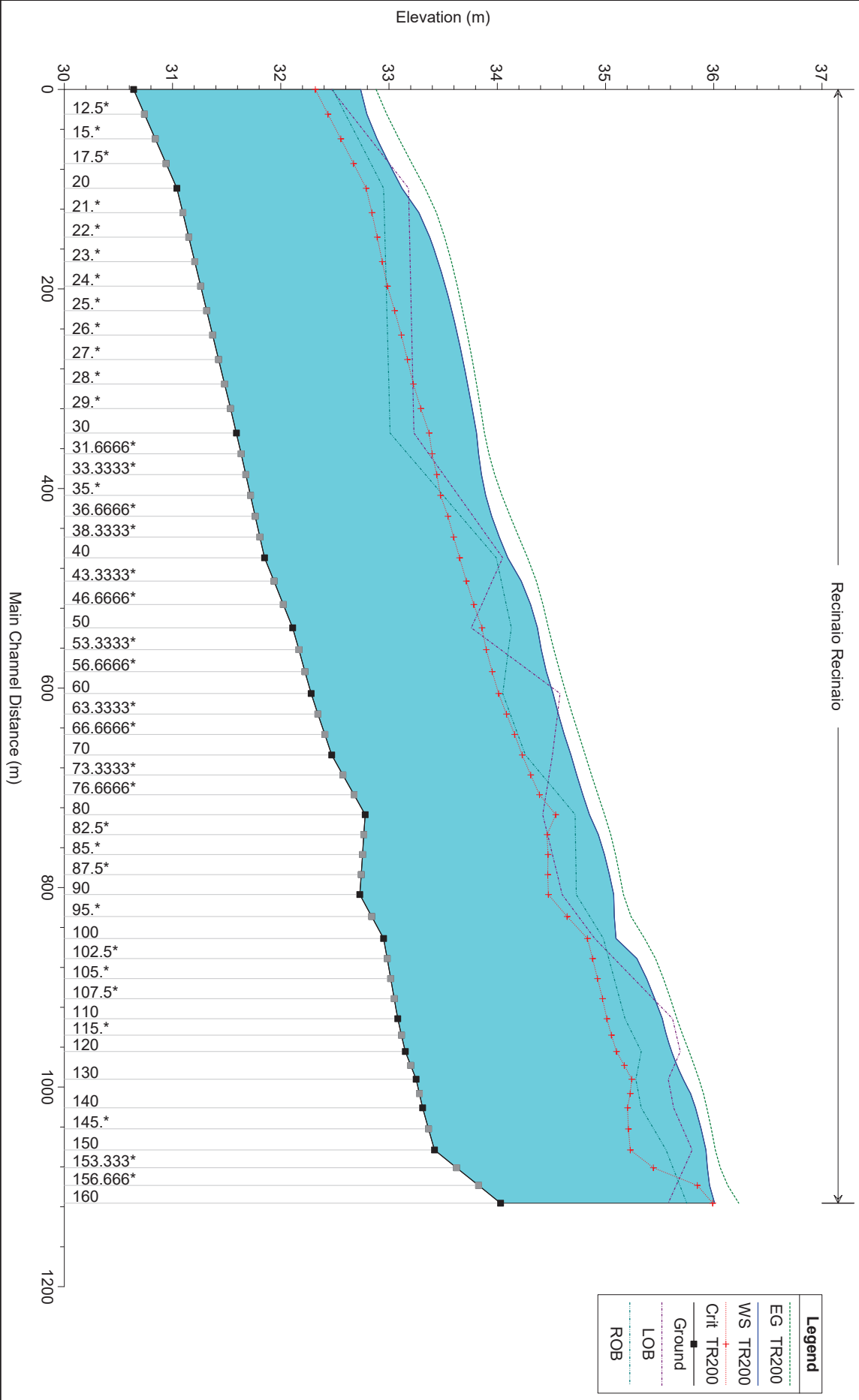
### **ALLEGATO 2.1.     *Modellazione idraulica dello stato attuale***

PROGETTAZIONE IDRAULICA	PAGINA
<b>Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl)</b> Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	<b>13/14</b>

2014\_01\_10\_Recinaio Plan: TR200-ATT

Geom: Attuale

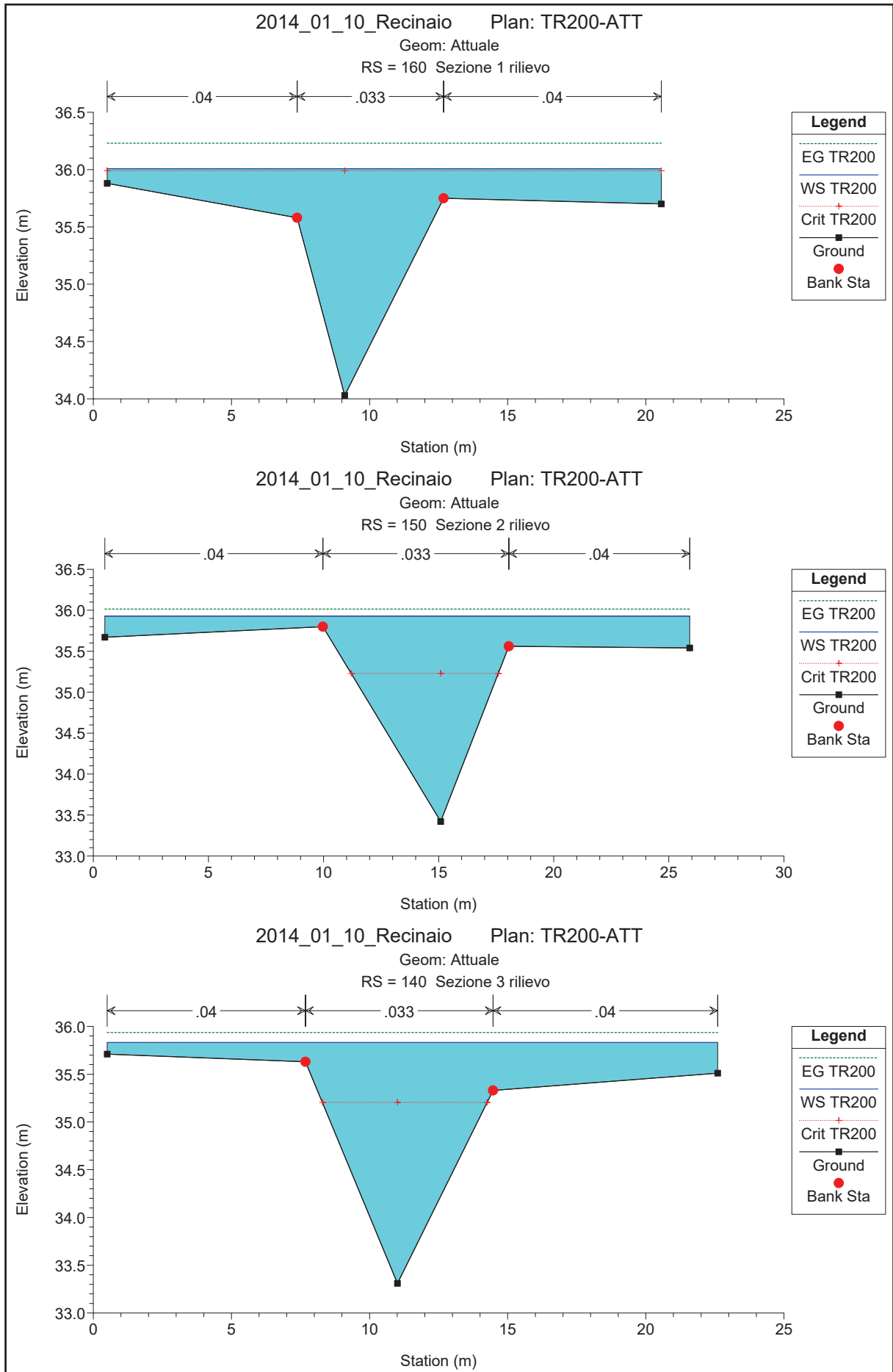
Recinaio Recinaio

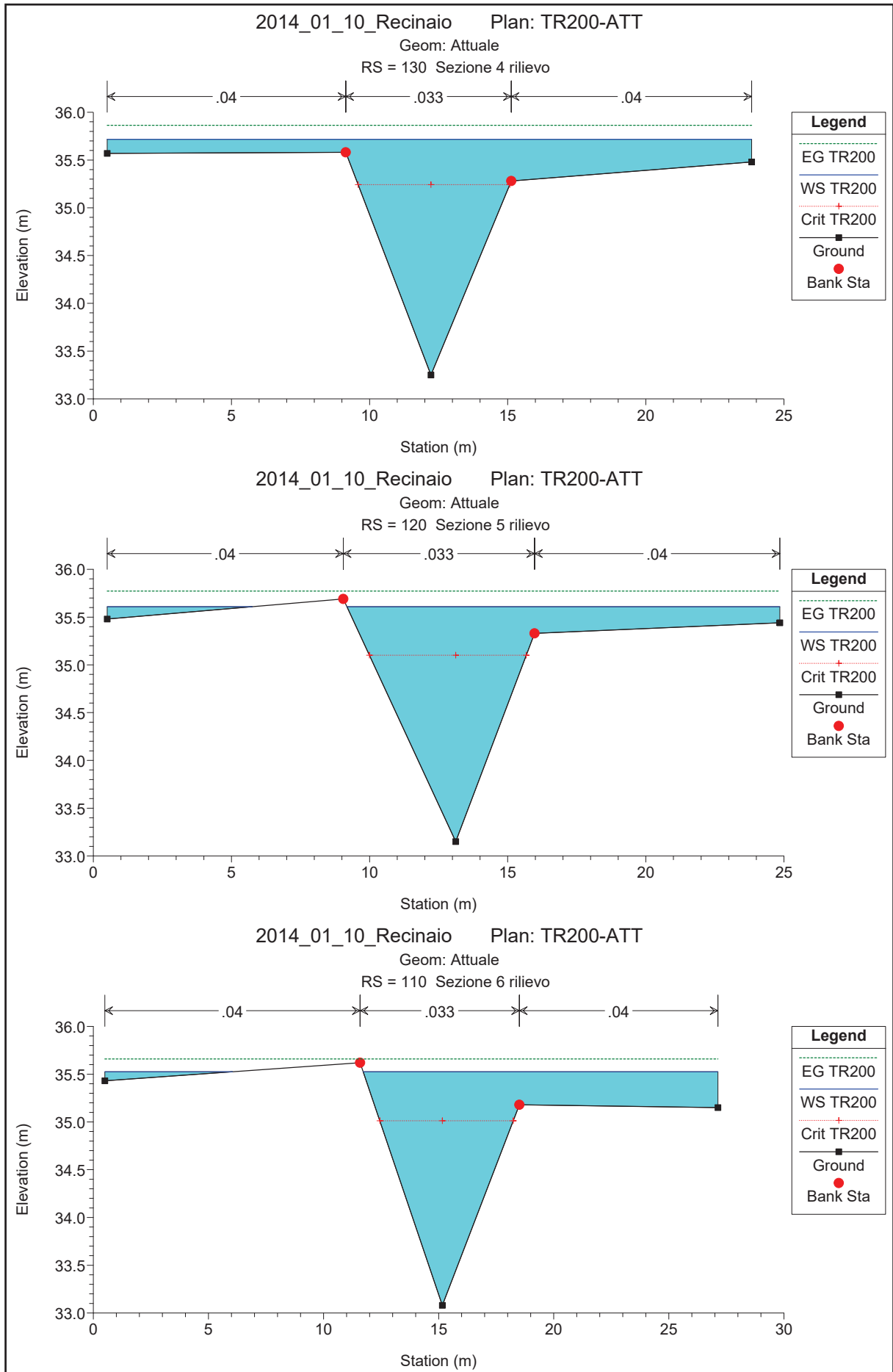


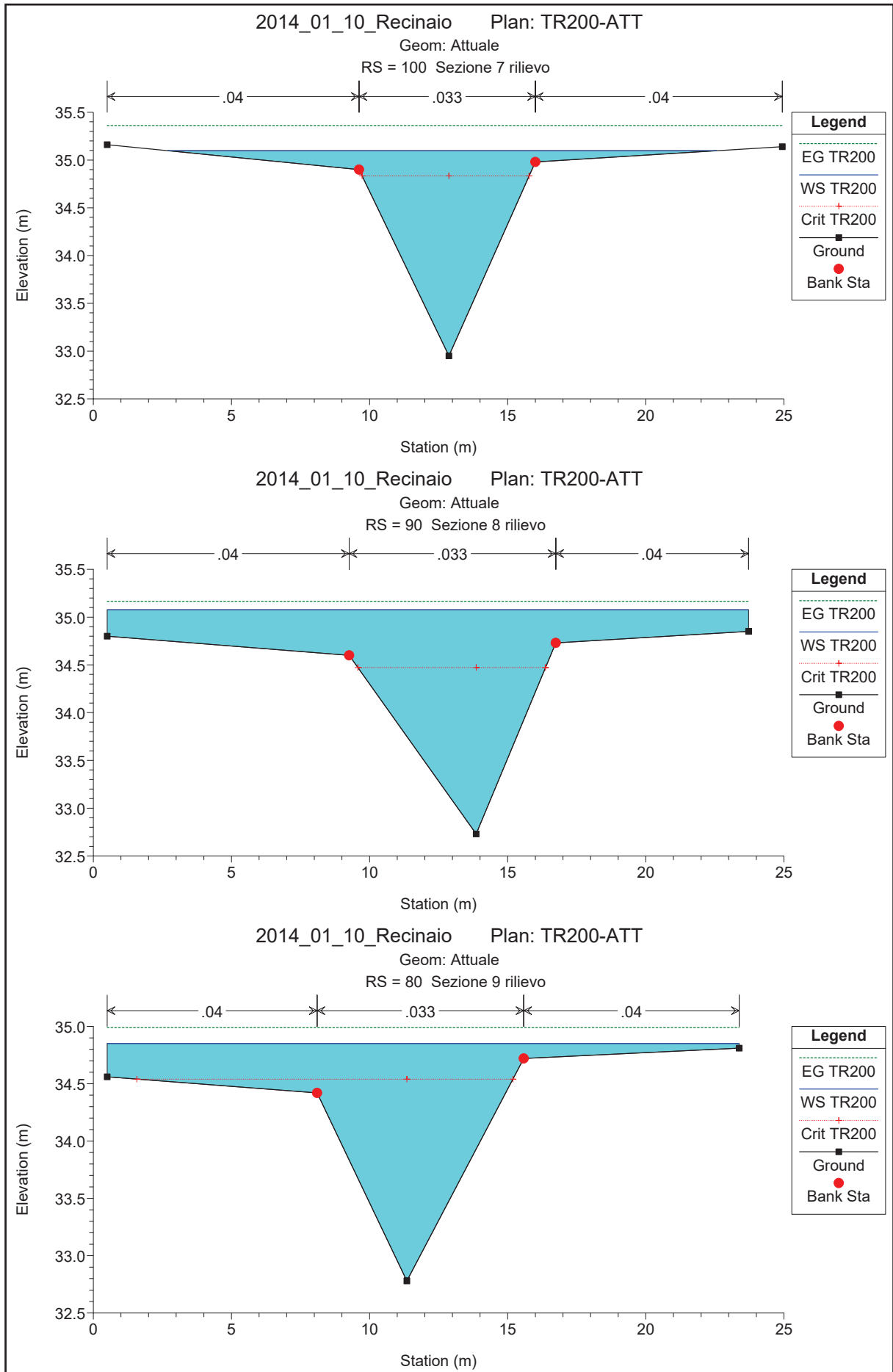
Legend	
EG TR200	—
WS TR200	—
Crit TR200	—
Ground	■
LOB	—
ROB	—

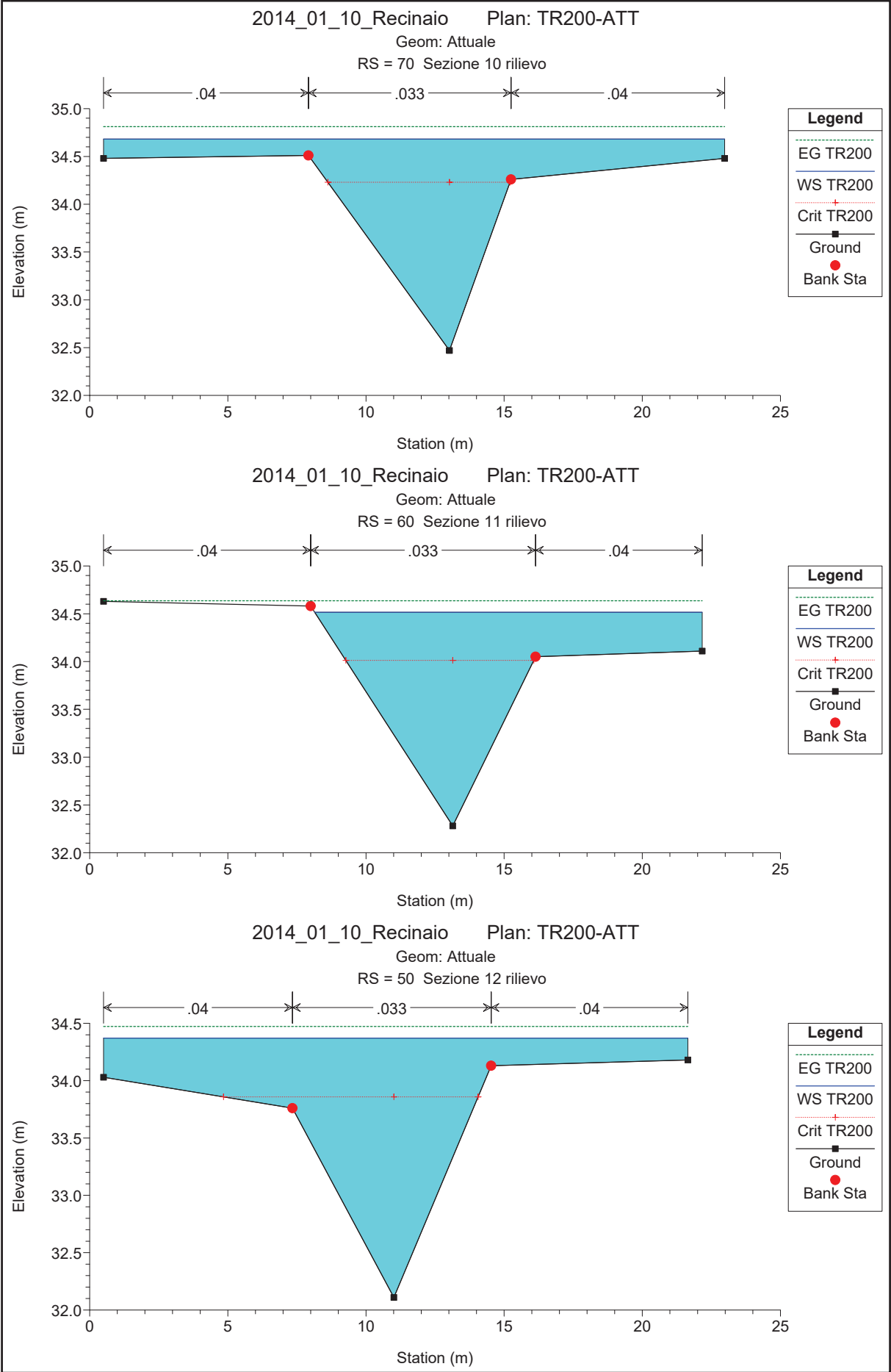
HEC-RAS Plan: TR200-ATT River: Recinaio Reach: Recinaio Profile: TR200

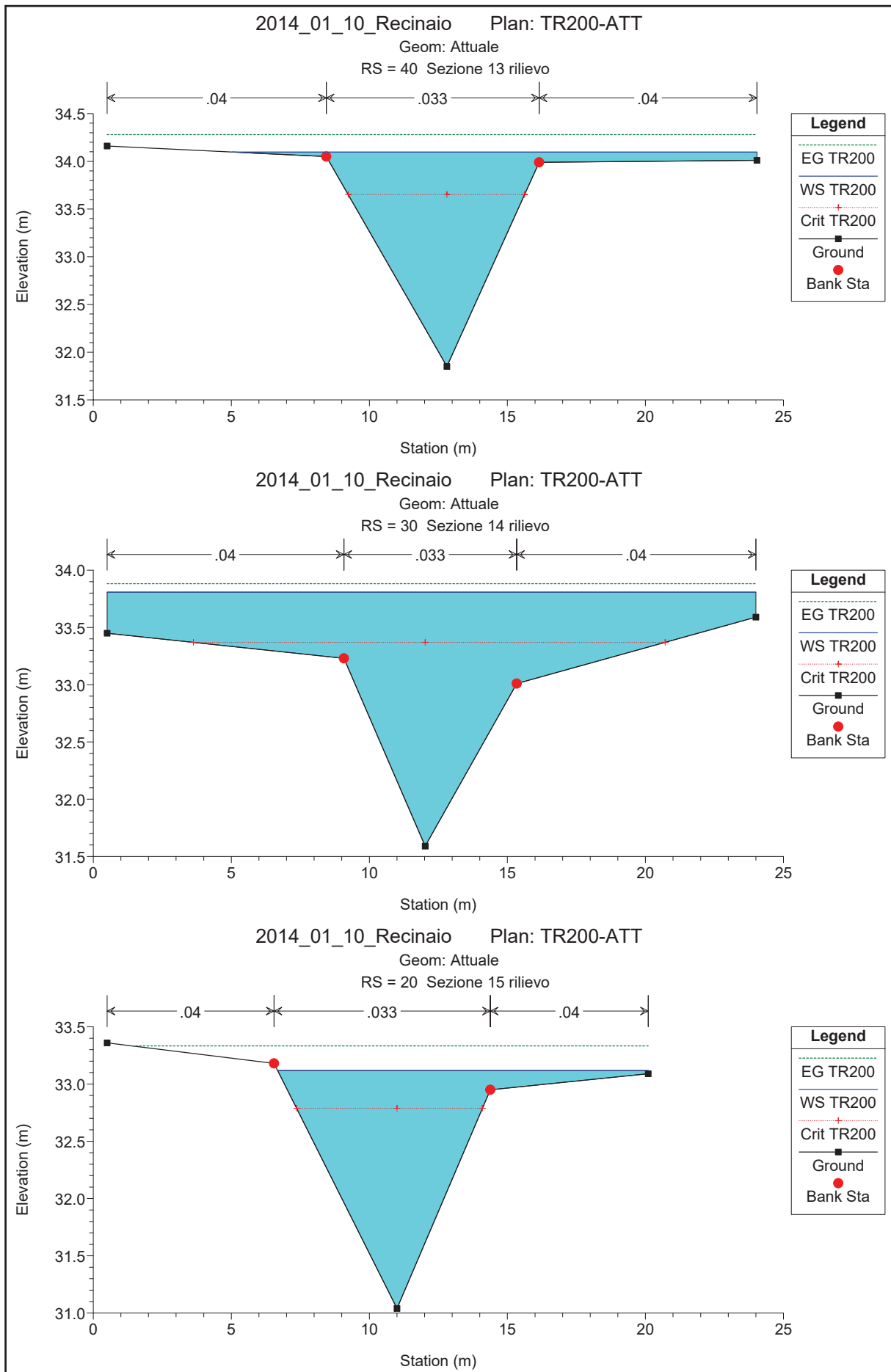
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Recinaio	160	TR200	17.32	34.03	36.01	35.99	36.23	0.006026	2.30	10.21	20.06	0.69
Recinaio	150	TR200	17.32	33.42	35.93	35.23	36.01	0.001653	1.38	15.81	25.41	0.38
Recinaio	140	TR200	17.32	33.31	35.83	35.20	35.94	0.001978	1.53	14.26	22.10	0.41
Recinaio	130	TR200	17.32	33.25	35.72	35.24	35.86	0.003103	1.81	12.40	23.33	0.49
Recinaio	120	TR200	17.32	33.15	35.61	35.10	35.77	0.003438	1.85	11.07	20.93	0.52
Recinaio	110	TR200	17.32	33.08	35.52	35.01	35.66	0.002873	1.72	12.24	20.95	0.48
Recinaio	100	TR200	17.32	32.95	35.10	34.83	35.36	0.005946	2.30	8.42	19.85	0.68
Recinaio	90	TR200	17.32	32.73	35.08	34.47	35.17	0.001678	1.42	15.66	23.22	0.39
Recinaio	80	TR200	17.32	32.78	34.85	34.54	34.99	0.003106	1.75	12.15	22.88	0.52
Recinaio	70	TR200	17.32	32.47	34.68	34.23	34.81	0.002837	1.70	12.79	22.48	0.49
Recinaio	60	TR200	17.32	32.28	34.51	34.01	34.64	0.002559	1.61	12.25	14.02	0.47
Recinaio	50	TR200	17.32	32.11	34.37	33.86	34.47	0.001949	1.51	14.48	21.15	0.42
Recinaio	40	TR200	17.32	31.85	34.10	33.65	34.28	0.003912	1.91	9.79	19.00	0.57
Recinaio	30	TR200	17.32	31.59	33.81	33.37	33.88	0.001427	1.37	17.55	23.50	0.36
Recinaio	20	TR200	17.32	31.04	33.12	32.79	33.33	0.004925	2.06	8.86	13.42	0.63
Recinaio	10	TR200	17.32	30.64	32.74	32.32	32.88	0.003002	1.73	11.98	21.24	0.51









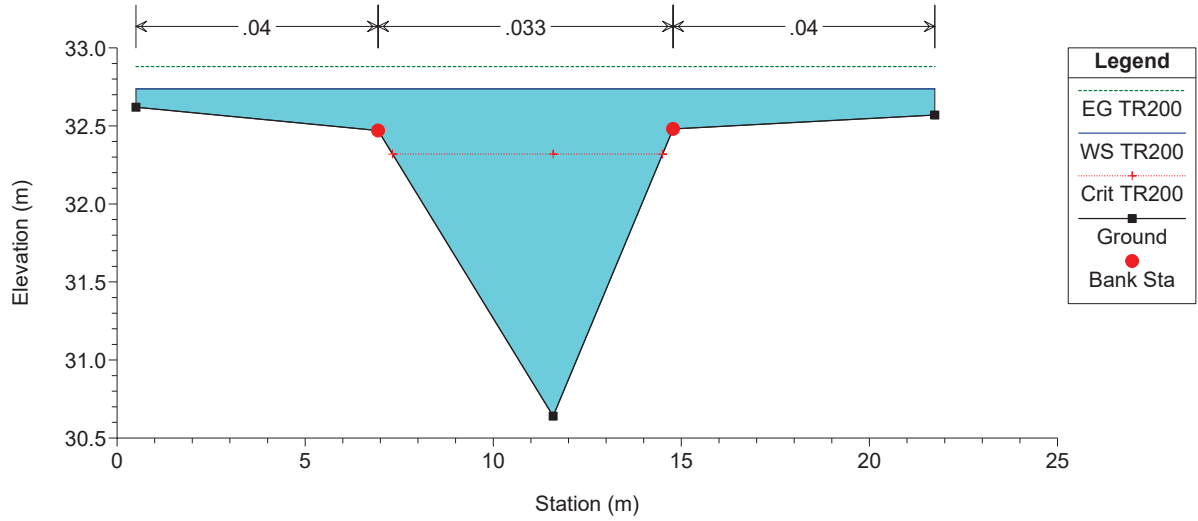




2014\_01\_10\_Recinaio Plan: TR200-ATT

Geom: Attuale

RS = 10 Sezione 16 rilievo



<b>PROGETTO</b>	<b>ELABORATO</b>	<b>COMMITTENTE</b>	<b>DATA</b>
Piano di Lottizzazione Commerciale e Produttiva posta in Capannoli (PI) Via Prov.le di Santo Pietro Belvedere – Scheda Norma AUP 2.2	Relazione idraulica	Golf Immobiliare srl	Aprile 2014

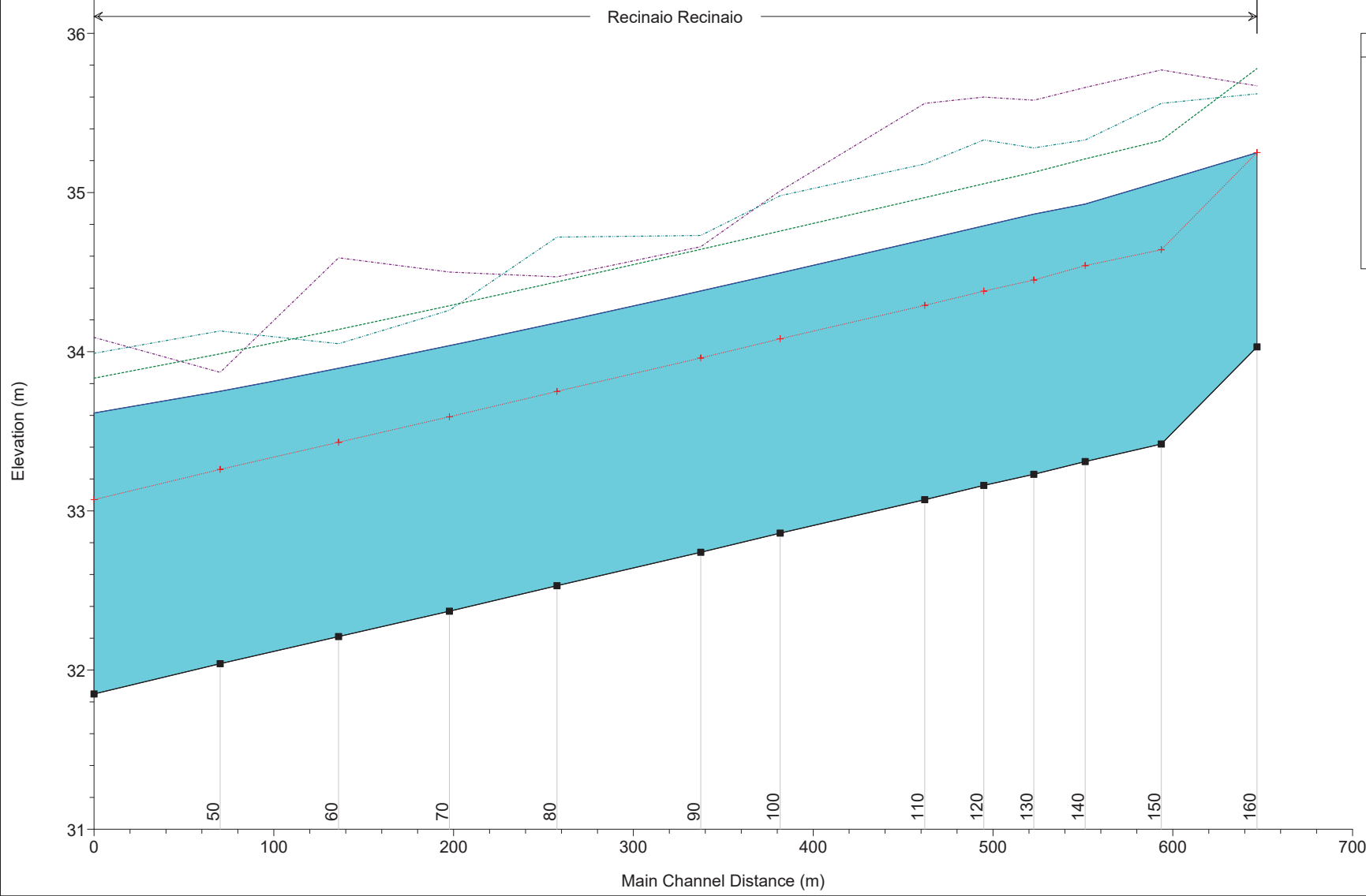
<b>ALLEGATO 2.2.      <i>Modellazione idraulica dello stato di progetto</i></b>
---

<b>PROGETTAZIONE IDRAULICA</b>	<b>PAGINA</b>
<b>Dott. Ing. PAOLO PUCCI (H.S. INGEGNERIA srl)</b> Via Andrea Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI) Tel. e Fax 0571-725283 e.mail info@hsingegneria.it	<b>14/14</b>

2014\_01\_10\_Recinaio Plan: TR200-PROG3

Geom: Prog\_TrapeziaB6

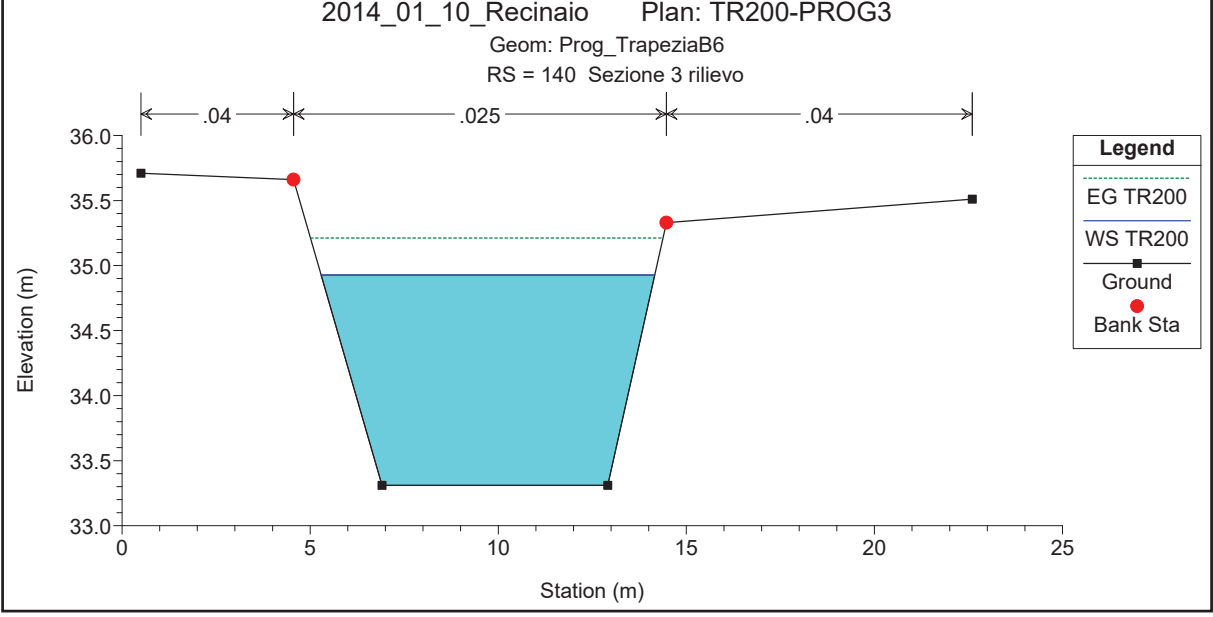
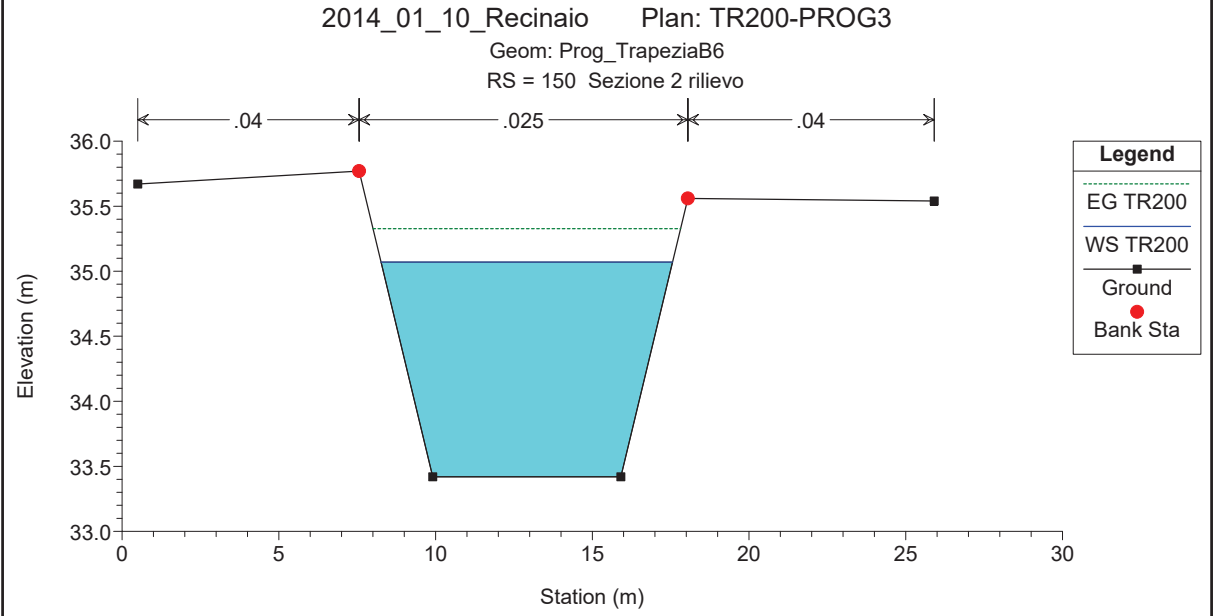
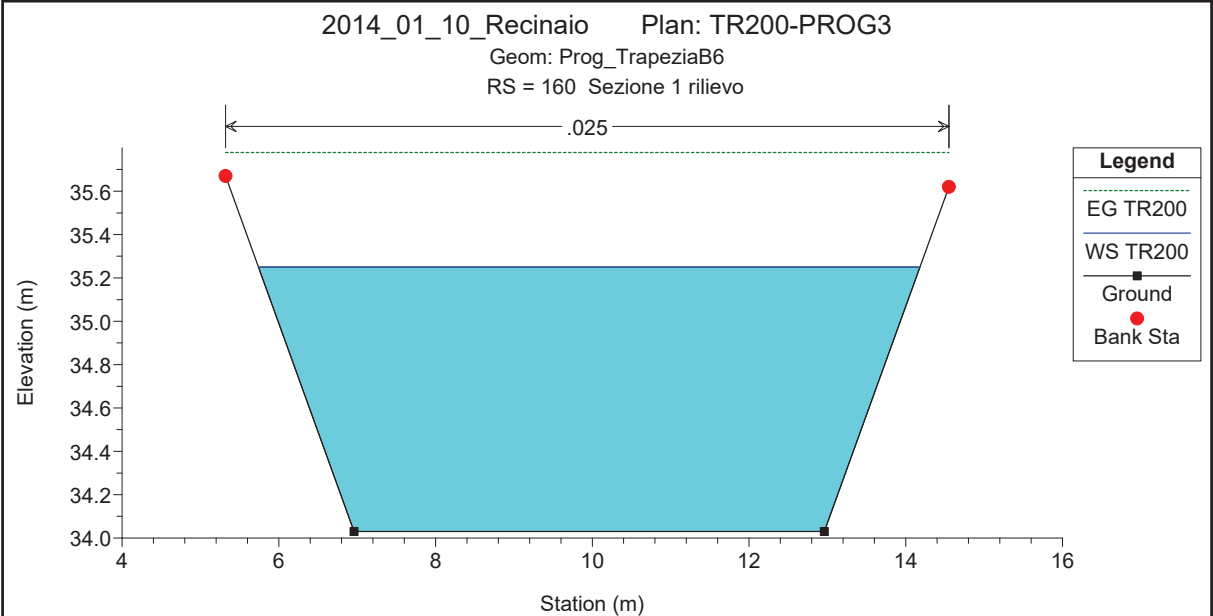
Recinaio Recinaio

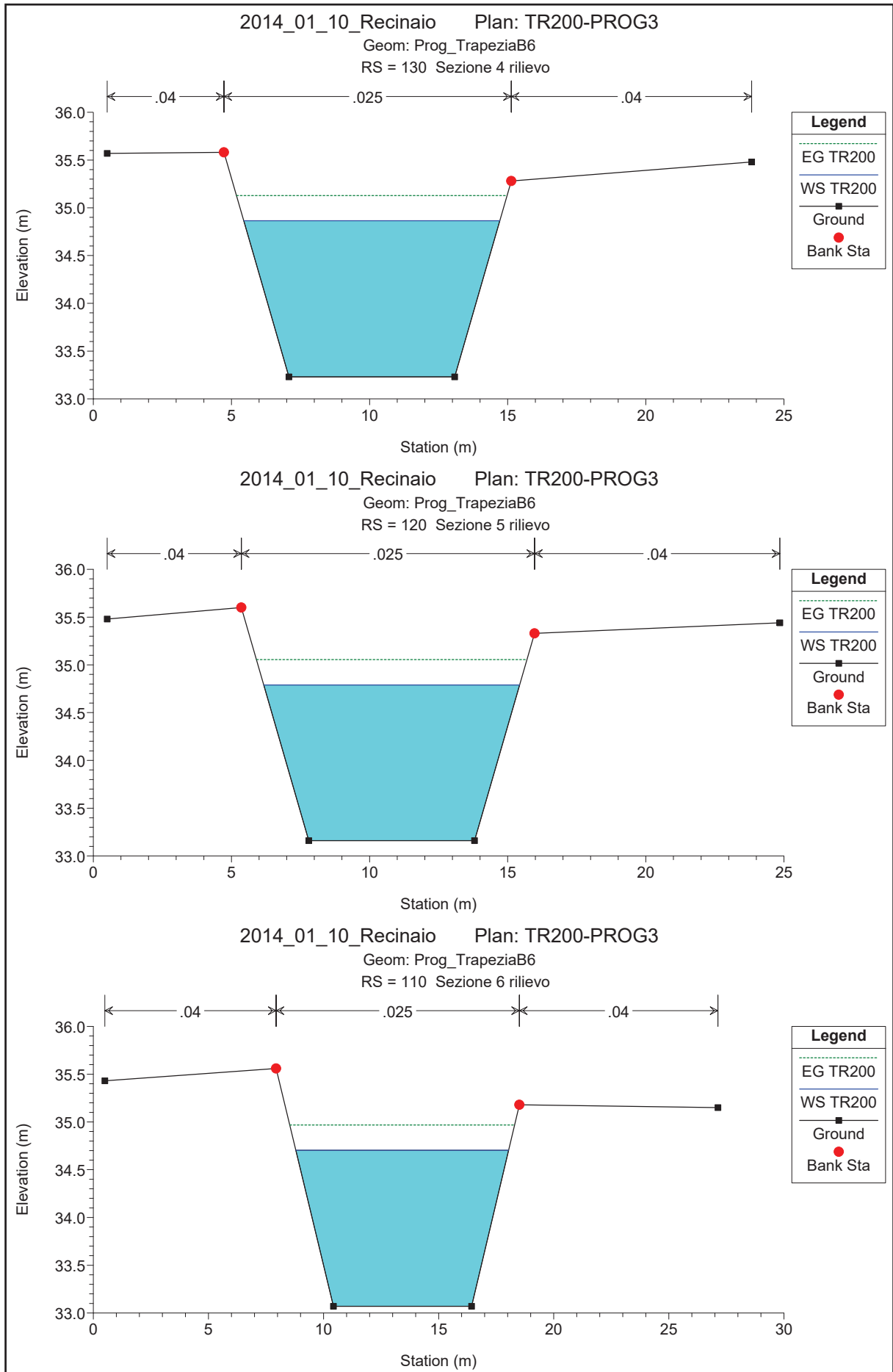


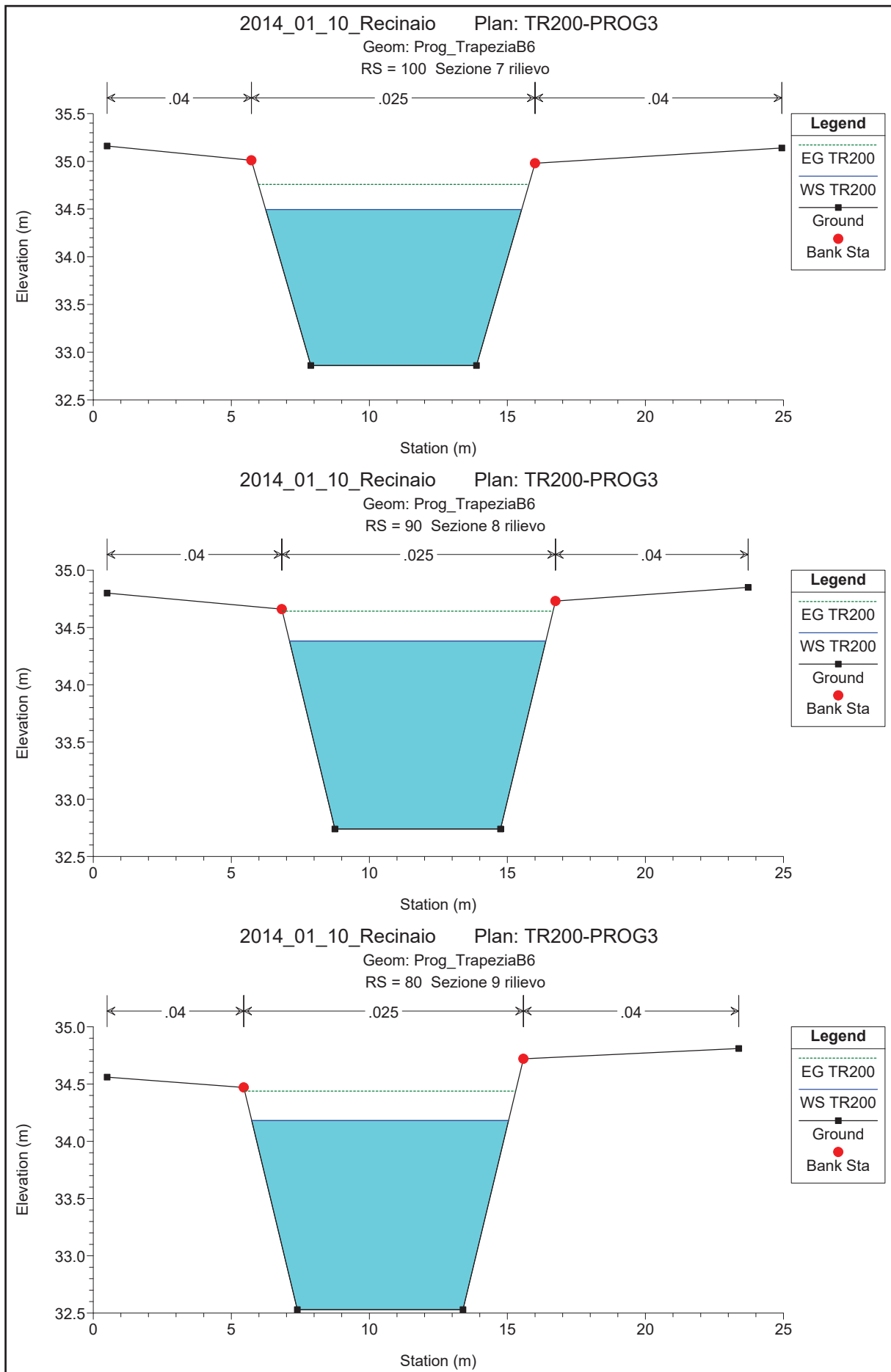
Legend	
EG TR200	(Green dashed line)
WS TR200	(Blue solid line)
Crit TR200	(Red dotted line with '+' markers)
Ground	(Black solid line with square markers)
LOB	(Purple dashed line)
ROB	(Green dash-dot line)

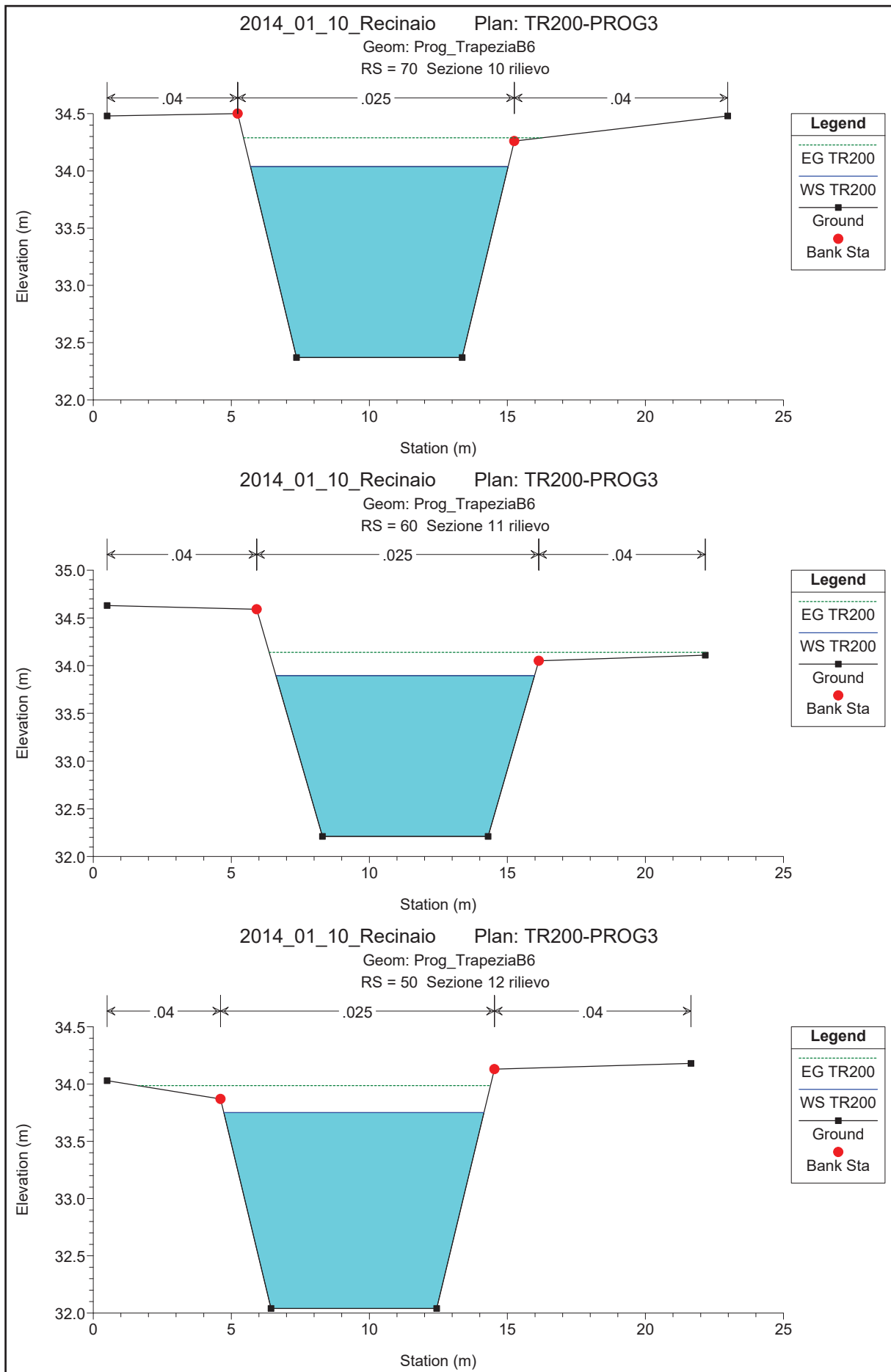
HEC-RAS Plan: TR200\_PROG3 River: Recinaio Reach: Recinaio Profile: TR200

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Recinaio	160	TR200	28.37	34.03	35.25	35.25	35.78	0.007111	3.22	8.81	8.44	1.01
Recinaio	150	TR200	28.37	33.42	35.07	34.64	35.33	0.002524	2.25	12.62	9.30	0.62
Recinaio	140	TR200	28.37	33.31	34.93	34.54	35.21	0.002840	2.36	12.03	8.87	0.65
Recinaio	130	TR200	28.37	33.23	34.86	34.45	35.13	0.002607	2.27	12.48	9.27	0.63
Recinaio	120	TR200	28.37	33.16	34.79	34.38	35.06	0.002632	2.28	12.44	9.26	0.63
Recinaio	110	TR200	28.37	33.07	34.70	34.29	34.97	0.002617	2.28	12.46	9.24	0.63
Recinaio	100	TR200	28.37	32.86	34.49	34.08	34.76	0.002604	2.27	12.48	9.27	0.63
Recinaio	90	TR200	28.37	32.74	34.38	33.96	34.64	0.002564	2.26	12.55	9.28	0.62
Recinaio	80	TR200	28.37	32.53	34.18	33.75	34.44	0.002515	2.25	12.64	9.30	0.61
Recinaio	70	TR200	28.37	32.37	34.04	33.59	34.29	0.002430	2.22	12.79	9.34	0.61
Recinaio	60	TR200	28.37	32.21	33.90	33.43	34.14	0.002345	2.19	12.95	9.37	0.59
Recinaio	50	TR200	28.37	32.04	33.75	33.26	33.99	0.002223	2.15	13.19	9.42	0.58
Recinaio	40	TR200	28.37	31.85	33.62	33.07	33.83	0.001997	2.07	13.70	9.52	0.55





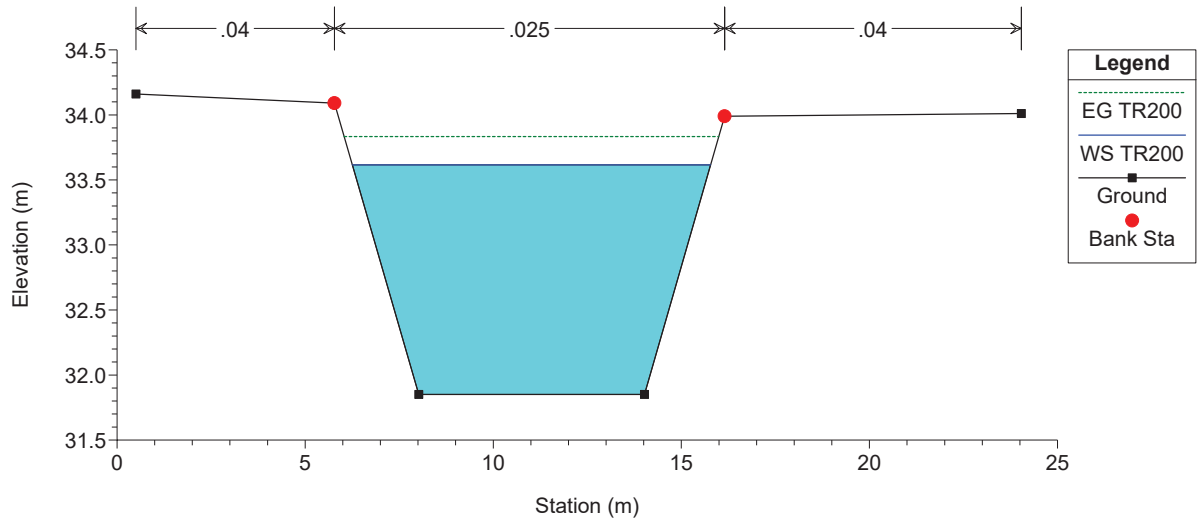






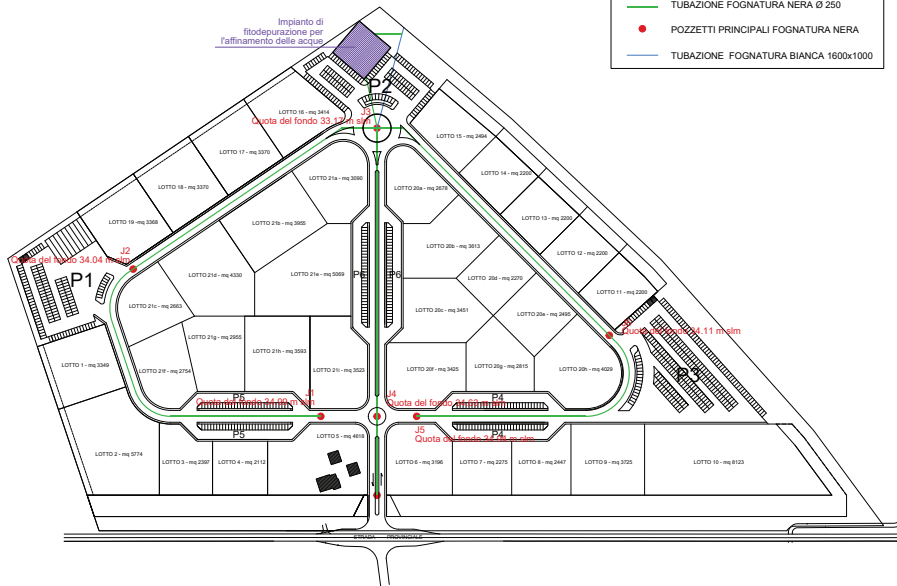
2014\_01\_10\_Recinaio Plan: TR200-PROG3

Geom: Prog\_TrapeziaB6  
RS = 40 Sezione 13 rilievo



**NOTE:**  
 - Il sistema di fitodepurazione è previsto per affluire l'effluente per lo scarico in acque superficiali, abbattendo il BOD5 da 40 mg/l a 20 mg/l;  
 - Ogni lotto dovrà essere dotato di impianto di depurazione autonomo a monte dell'immissione nella fognatura nera; l'impianto di depurazione dovrà essere dimensionato per garantire la qualità delle acque secondo i parametri di legge per lo scarico in acque superficiali;  
 - In caso che nell'area si insedino attività artigianali/industriali dovranno essere di sistema di depurazione autonomo;  
 - I reflui per cui è previsto lo scarico nel Racinato sono esclusivamente di tipo civile;  
 - La fognatura nera a valle del sistema di fitodepurazione scaricherà nell'ultimo tratto di fognatura bianca, a monte dell'immissione nel Rio Racinato;  
 - È prevista un'unica immissione nel Rio Racinato costituita dallo scarico della fognatura bianca.

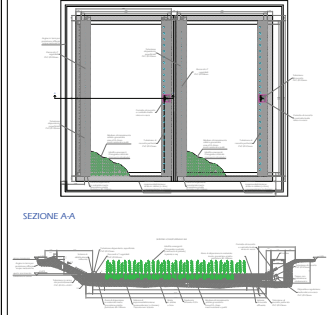
### FOGNATURA ACQUE NERE



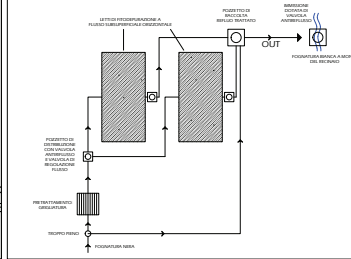
**Legenda**

- TUBAZIONE FOGNATURA NERA Ø 250
- POZZETTI PRINCIPALI FOGNATURA NERA
- TUBAZIONE FOGNATURA BIANCA 1600x1000

### SCHEMI TIPOLOGICI IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE



### SCHEMA FUNZIONALE TRATTAMENTO DI FITODEPURAZIONE



**COMUNE DI CAPANNOLI**  
 Provincia di PR

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE COMMERCIALE E PRODUTTIVO POSTO IN CAPANNOLI (P) VIA PROV. LE SANTO PIETRO BELVEDERE**  
 SCHEDE NORMA AUP 2.2

**ASPETTI IDRAULICI**

PROGETTAZIONE IDRAULICA:  
 H.S. INGEGNERIA srl  
 Via S. Pietro 10  
 50014 Capannoli (PR)  
 Tel. 0578 400000

**CODICE ELABORATO**

01	02	03	04	05	06	07	08	09	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
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Gennaio 2014

# *Relazione Geologica*

U.T.O.E PER ATTIVITÀ PRODUTTIVE - “ ZONA PRODUTTIVA”

AMBITO UNITARIO DI PROGETTO – AUP 2.2

COMUNE DI CAPANNOLI (PI)



Committente:

**GOLF IMMOBILIARE S.r.l.**



## **INTRODUZIONE**

---

Su incarico della “**GOLF IMMOBILIARE S.r.l.**” è stata eseguita un’indagine geologica in un’area destinata all’insediamento di attività produttive.

L’U.T.O.E. in esame, così come evidenziato nelle cartografie riportate (Allegato 1), comprende il territorio comunale situato lungo la SP 26 (viabilità di collegamento tra Via della Fila, SP 64, e la SR 439) sul lato opposto della zona industriale del comune di Peccioli.

L’intervento è disciplinato dall’art.33 delle N.T.A. del Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli (“**L’U.T.O.E. per attività produttive – Zona produttiva**”) e dalla **Scheda di Norma 2.2 AUP**.

L’indagine geologica di supporto al Piano Attuativo è stata prodotta in conformità allo Strumento Urbanistico del Comune di Capannoli (redatto ai sensi del D.P.G.R. 26/R del 2007 ed aggiornato alle indagini geologiche del *Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio Assetto Idrogeologico – PAI*).

## **1 - BREVE DESCRIZIONE DELL’INTERVENTO**

---

La nuova area insediativa è destinata al potenziamento del sistema economico del territorio comunale attraverso la localizzazione di nuove attività produttive.

L’AUP 2.2 copre una superficie territoriale massima di 199.900 m<sup>2</sup>; per questa è prevista una suddivisione in n.35 lotti dei quali n.8 destinati ad attività di tipo commerciale, direzionale, logistico e n. 27 ad uso artigianale.

Dalle indicazioni riportate nella relativa scheda norma si evince che per le strutture in progetto è prevista un’altezza massima di 12 m ed un indice di fabbricabilità fondiaria pari a 4,0 mc/mq.

All’interno del perimetro dell’U.T.O.E. sono inoltre previste aree destinate a verde pubblico, verde privato e a parcheggi.

**Per dettagli tecnici più specifici riguardanti gli interventi previsti si rimanda ai corrispondenti elaborati progettuali.**

## **MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO**

### **1 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

La zona di interesse è localizzata a Sud-Est dell'abitato di Capannoli in corrispondenza della piana alluvionale del Fiume Era e dei suoi affluenti.

Dal punto di vista idraulico l'U.T.O.E. si sviluppa in sinistra idrografica del Rio Recinaio. Il Rio, affluente di destra del Fiume Era, ha una lunghezza dell'asta principale, alla confluenza, di circa 5,5 km ed attraversa il territorio dei comuni di Peccioli e di Capannoli. Questo scorre in direzione nord-sud senza arginature con una pendenza media del corso d'acqua di circa 12 ‰.

L'AUP 2.2 è, inoltre, attualmente interessata da uno sviluppato reticolo idraulico minore costituito da fossette campestri (direzione principale Sud-Ovest / Nord –Est) le quali drenano le acque nei capofossi esistenti e da qui direttamente nel corso del fiume Recinaio.

**Geomorfologicamente nella pianura non sono stati riscontrati fenomeni di dissesto in atto o quiescenti che possano interferire con la nuova destinazione dell'area in oggetto.**

### **2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO**

L'area produttiva è caratterizzata dall'affioramento di sedimenti alluvionali (“**Alluvioni - all**”) costituiti in netta prevalenza da limi e argille (Allegato 2).

La loro deposizione risale all'Olocene ed è collegata alle fasi di sovralluvionamento sviluppatesi durante la deglaciazione post-wurmiana in tutta la pianura pisana man mano che il livello del mare risaliva.

La formazione si è sedimentata al di sopra dei depositi pliocenici riconducibili alle successioni delle “*Sabbie – p<sub>3</sub>*” e delle “*Sabbie argillose – p<sub>2</sub>*”.

La “ $p_3$ ” è costituita da sabbie addensate e omogenee a cui si intercalano livelli decimetrici di arenaria, di calcareniti e talvolta orizzonti più argillosi ricchi di macrofossili. Intercalate a queste si trovano livelli argilloso-siltoso-sabbiosi che compaiono in spessori di varia potenza, talora di 5-10 m (“*Sabbie argillose*” –  $p_2$ ).

Questi livelli sono spesso ricchissimi di macrofossili mentre altre volte sono associati a letti torbosi indicativi di stagni retrolitorali.

I rilievi collinari circostanti sono invece caratterizzati dalle formazioni geologiche di seguito descritte. A partire da quella geometricamente e stratigraficamente sovrastante si ha:

- “*Sabbie di Nugola Vecchia*” –  $q_3$ : rappresentano la fase di chiusura regressiva del ciclo del Pleistocene inferiore e sono caratterizzate, dal punto di vista litologico, da sabbie molto fini, di colore ocra-arancio, suddivise in banchi omogenei di spessore compreso tra 5-10 m. Al suo interno si distingue una facies a prevalente componente sabbiosa e una a maggiore frazione argillosa.
- “*Argille talora torbose in facies salmastra*” –  $q_{2b}$ : costituiscono un membro della formazione delle *Sabbie e Argille ad Arctica*; in queste ultime è evidente un cambiamento molto marcato rispetto alle associazioni malacologiche che la caratterizzano nel membro tipico.

### **3 - INQUADRAMENTO STRUTTURALE**

---

La storia evolutiva dell'Appennino Settentrionale è caratterizzata fino al Miocene superiore da una tettonica compressiva polifasata. A quest'ultima è seguita una fase a carattere distensivo che ha dato luogo a depressioni tettoniche, delimitate da faglie dirette, nelle quali si sono avute le condizioni favorevoli per l'instaurarsi di una sedimentazione di tipo marino e continentale.

Le formazioni appartenenti a tale fase fanno parte del Complesso Neoautoctono.

Quest'ultimo è costituito da una serie piuttosto potente di terreni prevalentemente sabbiosi ed argillosi che costituiscono, in prima approssimazione, una struttura monoclinale con immersione verso N-NE di circa 5° - 8°.

#### **4 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

---

I sedimenti alluvionali presentano caratteristiche idrogeologiche tipiche di un corpo acquifero dotato di limitata permeabilità e trasmissività. Le acque sono localizzate all'interno di livelli di sabbia e/o ghiaia di spessore variabile, talvolta discontinui, lenticolari, dislocati a varia profondità all'interno della coltre alluvionale. La risorsa è captata attraverso la realizzazione di pozzi superficiali ad anelli (spinti a profondità dell'ordine dei 10-15 metri dal p.c.) che permettono limitati emungimenti idrici.

Una falda acquifera caratterizzata da migliori caratteristiche idrogeologiche, sfruttata mediante la realizzazione di pozzi artesiani, è localizzata alla base dei depositi alluvionali in corrispondenza delle sabbie plioceniche.

Le indagini idrogeologiche condotte a supporto del Piano Strutturale del Comune di Capannoli evidenziano la falda acquifera superficiale ad una profondità di alcuni metri d.p.c., con escursioni del livello di saturazione del terreno a quote inferiori (prossime al piano campagna) a quella indicata in occasione delle stagioni più piovose (Allegato 2).

#### **5 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL TERRITORIO**

---

Il D.P.G.R. n.53/R del 25 ottobre 2011 – “Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche, al paragrafo §4 dell'*Allegato A*, riporta quanto segue: *“... I piani complessi di intervento ed i piani attuativi sono corredati da una relazione di fattibilità contenente gli esiti degli approfondimenti di indagine, laddove siano necessari nel regolamento urbanistico in relazione alle condizioni di fattibilità, ovvero indicazioni sulla tipologia delle indagini da eseguire e/o sui criteri e sugli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia ... La relazione dà atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento (assetto geomorfologico, idraulico, idrogeologico, sismico). In caso contrario è necessario procedere ad aggiornare tale quadro*

*conoscitivo con riferimento alla porzione di territorio interessata dalle mutate condizioni di pericolosità ...”.*

Il Comune di Capannoli è dotato di un'indagine geologica, di supporto al Regolamento Urbanistico, redatta ai sensi del D.P.G.R. 26/R del 2007.

Le indagini effettuate nell'ambito della presente, ai sensi della vigente normativa, evidenziano che non sono intervenute modifiche al quadro conoscitivo di riferimento dell'area per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, idraulici, idrogeologici e sismici.

**Sulla base di quanto emerso si conferma, quindi, l'inserimento dell'area in esame all'interno delle classi di pericolosità di seguito riportate.**

In merito alla pericolosità sismica è stato fatto riferimento all'art. 16 del D.P.G.R. 53/R del 2011 secondo cui *“per gli aspetti sismici delle indagini geologiche ai piani complessi di intervento e ai piani attuativi che si riferiscono a regolamenti urbanistici le cui indagini geologiche sono state effettuate ai sensi del regolamento emanato con D.P.G.R. 26/R del 2007, si applicano le direttive tecniche di cui all'allegato A di detto regolamento”.*

#### **5a- PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA**

Lo Strumento Urbanistico di riferimento inserisce l'area in esame all'interno della **“Classe G.2”** di Pericolosità corrispondente a **“Pericolosità Geomorfologica Media”** (Allegato 3).

In questa sono classificate le *“aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto ”.*

#### **5b- PERICOLOSITA' IDRAULICA**

La *“Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del D.P.G.R. 26/R del 2007”* classifica l'area in esame quasi totalmente all'interno della classe a **“Pericolosità Idraulica media – I.2”** (Allegato 3).

Questa corrisponde alle *“aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < T_r \leq 500$  anni”.*



Le verifiche idrauliche effettuate su corso del Recinaio hanno, infatti, dimostrato che le aree allagabili per episodi di esondazione aventi Tempi di ritorno  $< 200$  anni si estendono oltre il ciglio di sponda del Recinaio per poche decine di metri, interessando solo una piccola porzione dell'U.T.O.E. classificata a "**Pericolosità Idraulica elevata – I.3**" (*"aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < T_r \leq 200$  anni"*).

Infine, una condizione di "**Pericolosità Idraulica molto elevata – I.4**" è stata riscontrata in corrispondenza della fascia classificata tra le aree a *verde di rispetto*.

Tale zona, compresa tra il limite dell'U.T.O.E. produttiva e il Fosso Recinaio è interessata da esondazioni per eventi con  $T_r \leq 20$  anni e  $T_r \leq 30$  anni; questa fascia sarà utilizzata per la risagomatura dell'alveo in modo da consentire il contenimento della portata con  $T_r \leq 200$  anni e conseguentemente la mitigazione della pericolosità idraulica dell'area.

La cartografia dello Strumento Urbanistico del Comune di Capannoli è adeguata alle indicazioni del PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Dalla "*Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del PAI*", l'U.T.O.E. strategica produttiva è, per la quasi totalità, inserita in classe "**Classe P.I.1**" corrispondente a "Pericolosità Idraulica Moderata" (Allegato 4).

Questa comprende le "aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $200 < T_r \leq 500$  anni".

Secondo le norme di attuazione "nelle aree P.I.1. e P.I.2 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio". Nelle aree P.I.1 e P.I.2 il PAI, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n°225 di programmi di previsione e prevenzione...".

Un'ulteriore sottile fascia in prossimità del Rio Recinaio è, invece, classificata in "**Classe P.I.2**" – "Pericolosità Idraulica Media" ed in "**Classe P.I.3**" – "Pericolosità Idraulica Elevata".

La "P.I.2" "*comprende aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $30 < T_r \leq 100$  anni e con battente  $h < 30$  cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno  $100 < T_r \leq 200$  anni*", mentre la "P.I.3" "*comprende aree inondabili da eventi con*

*tempo di ritorno  $Tr \leq 30$  anni e con battente  $h < 30$  cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno  $30 < Tr \leq 100$  anni e con battente  $h \geq 30$  cm”.*

**5c – PIANO STRALCIO RELATIVO ALLA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL BACINO DEL FIUME ARNO (D.P.C.M. n° 226 del 05/11/1999)**

Dall’analisi della “**Carta guida delle aree allagate, redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966 – 1999)**” del Piano Stralcio del Rischio Idraulico del Bacino del Fiume Arno, l’area risulta esterna alle zone interessate da fenomeni di inondazione, con particolare riferimento agli eventi del 1991-1992-1993 (Allegato 4).

**5d- VULNERABILITA’ IDROGEOLOGICA**

La “*Carta della Vulnerabilità Idrogeologica*” allegata alle indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale del Comune di Capannoli colloca la zona in studio in “**Classe 3 - Sottoclasse 3b**” di Vulnerabilità, corrispondente a **Vulnerabilità Media** (Allegato 5).

La sottoclasse “...corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano di campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all’acquifero principale, quelle a permeabilità medio alta ma con superficie freatica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili”.

**5e- PERICOLOSITA' SISMICA**

La “*Carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale – ZMPSL*”, redatta alla luce delle disposizioni del D.P.G.R. 26/R del 2007, classifica l’area tra le “*zone con presenza depositi alluvionali granulari e/o sciolti e di depositi del ciclo stratigrafico plio-pleistocenico (complesso Neoautoctono)*” (TIPOLOGIA 9) – “**Classe S3 – Pericolosità sismica locale elevata**” (Allegato 5) .

In tali zone sono possibili fenomeni di “*amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica*”.

**5f- FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO**

Alla luce delle problematiche presenti sul territorio, emerse dall’analisi delle cartografie di pericolosità geologica e della destinazione d’uso dell’area (“Area di espansione di nuova previsione”), il Regolamento Urbanistico del Comune di Capannoli colloca l’intervento massimo previsto in **Classe 3 di Fattibilità** corrispondente a “**Fattibilità condizionata**” (Allegato n.6).

Questa “*si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi*”.

## **INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

### **1 - INDAGINI GEOGNOSTICHE**

---

In questa fase progettuale, alla ricostruzione stratigrafica del sottosuolo e alla caratterizzazione geotecnica dei livelli attraversati si è giunti mediante il rilevamento geologico dell'area di intervento e attraverso l'esecuzione di n.6 Prove Penetrometriche Statiche.

Le indagini, spinte fino ad una profondità massima compresa tra 13,8 e 15,0 m d.p.c., sono state effettuate utilizzando un Penetrometro **PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT mod. TG63 – 100** attrezzato con manicotto per la misura dell'attrito laterale (punta Begemann).

La Prova Statica consiste, una volta posizionata l'attrezzatura, nel fare avanzare ad intervalli regolari di 20 cm una batteria di aste; nei primi 4 cm viene letta la Resistenza di Punta, nei successivi 4 cm la Resistenza di Punta più quella Laterale, negli ultimi 12 cm non si effettua nessuna lettura e si torna in posizione di partenza.

L'elaborazione dei dati ottenuti consente di risalire alla individuazione del tipo litologico attraversato ed alla determinazione dei principali parametri geotecnici, quali la Densità Relativa e l'Angolo d'Attrito interno ( $\varphi$ ) per i litotipi prevalentemente sabbiosi e la Coesione utile non drenata ( $c_u$ ) per quelli prevalentemente argillosi.

**I certificati e l'ubicazione delle indagini sono riportati in allegato (Allegato 7 – 8).**

### **2 - RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO**

---

Sulla base delle informazioni ottenute nell'ambito delle indagini in sito si risale alla seguente ricostruzione stratigrafica (Allegato 11):

### **Suolo**

Si tratta della porzione più superficiale del sottosuolo, alterata, direttamente interessata dall'attività antropica e maggiormente influenzata dalle escursioni stagionali del naturale contenuto in acqua.

Lo spessore medio risulta:

CPT1: da p.c. a 0,6 m d.p.c.

CPT2: da p.c. a 0,8 m d.p.c.

CPT3: da p.c. a 1,0 m d.p.c.

CPT4: da p.c. a 0,8 m d.p.c.

CPT5: da p.c. a 0,8 m d.p.c.

CPT6: da p.c. a 0,6 m d.p.c.

### **Limo argilloso**

Al di sotto dello spessore superficiale alterato è stato individuato uno strato a prevalente frazione limo- argillosa.

Dal punto di vista geotecnico il litotipo, contraddistinto da un buon grado di consistenza, è caratterizzato da valori medi di Resistenza alla punta e laterale dell'ordine, rispettivamente, di  $q_c = 22 \text{ kg/cm}^2$  e  $f_s = 1,4 \text{ kg/cm}^2$ .

Di seguito, per ciascuna verticale indagata, si riportano le profondità ed i corrispondenti valori medi dei principali parametri geomeccanici:

CPT1: da 0,6 a 3,4 m d.p.c.  $c_u = 0,9 \text{ kg/cm}^2$ ,  $M_o = 70 \text{ kg/cm}^2$

CPT2: da 0,8 a 3,2 m d.p.c.  $c_u = 0,85 \text{ kg/cm}^2$ ,  $M_o = 70 \text{ kg/cm}^2$

CPT3: da 1,0 a 3,0 m d.p.c.  $c_u = 0,85 \text{ kg/cm}^2$ ,  $M_o = 70 \text{ kg/cm}^2$

CPT4: da 0,8 a 3,4 m d.p.c.  $c_u = 0,85 \text{ kg/cm}^2$ ,  $M_o = 70 \text{ kg/cm}^2$

CPT5: da 0,8 a 3,0 m d.p.c.  $c_u = 0,8 \text{ kg/cm}^2$ ,  $M_o = 60 \text{ kg/cm}^2$

CPT6: da 0,6 a 3,8 m d.p.c.  $c_u = 0,8 \text{ kg/cm}^2$ ,  $M_o = 60 \text{ kg/cm}^2$

### **Argilla a tratti limosa**

Il livello argilloso con consistenza plastica caratterizza in maniera predominante la stratigrafia del sottosuolo esaminato.

Il materiale, litologicamente omogeneo ( $q_{c \text{ medio}} = 15 \text{ kg/cm}^2$ ;  $f_{s \text{ medio}} = 0,8 \text{ kg/cm}^2$ ), a tratti interessato dalla presenza di sottili livelli a elevata componente

limosa, è stato individuato in uno strato continuo alla profondità e con le caratteristiche geotecniche indicate:

CPT1: da 3,4 a 10,0 m d.p.c.  $c_u = 0,6 \text{ kg/cm}^2$ ,  $Mo = 45 \text{ kg/cm}^2$

CPT2: da 3,2 a 9,8 m d.p.c.  $c_u = 0,65 \text{ kg/cm}^2$ ,  $Mo = 50 \text{ kg/cm}^2$

CPT3: da 3,0 a 9,6 m d.p.c.  $c_u = 0,65 \text{ kg/cm}^2$ ,  $Mo = 50 \text{ kg/cm}^2$

CPT4: da 3,4 a 10,4 m d.p.c.  $c_u = 0,65 \text{ kg/cm}^2$ ,  $Mo = 50 \text{ kg/cm}^2$

CPT5: da 3,0 a 10,2 m d.p.c.  $c_u = 0,6 \text{ kg/cm}^2$ ,  $Mo = 50 \text{ kg/cm}^2$

CPT6: da 3,8 a 9,4 m d.p.c.  $c_u = 0,6 \text{ kg/cm}^2$ ,  $Mo = 50 \text{ kg/cm}^2$

### **Sabbia limosa e limo sabbioso**

In corrispondenza delle n.6 verticali a partire da una profondità dell'ordine di 10 m d.p.c. si assiste ad un aumento della componente granulare.

Il materiale è costituito sabbia limosa - limo sabbioso con medio grado di addensamento (compreso tra sciolto e mediamente addensato) e con caratteristiche geotecniche variabili.

Il livello presenta uno spessore medio dell'ordine dei 3,0 m e valori di Resistenza alla punta e laterale dell'ordine di  $q_{c \text{ medio}} = 60 \text{ kg/cm}^2$  e  $f_{s \text{ medio}} = 2,3 \text{ kg/cm}^2$  cui corrispondono un angolo di attrito interno ( $\varphi^*$ ) ed un Modulo Edometrico (**Mo**) di seguito riassunti:

CPT1: da 10,0 a 13,6 m d.p.c.  $\varphi = 25^\circ$ ,  $Mo = 150 \text{ kg/cm}^2$

CPT2: da 9,8 a 14,2 m d.p.c.  $\varphi = 26^\circ$ ,  $Mo = 250 \text{ kg/cm}^2$

CPT3: da 9,6 a 12,0 m d.p.c.  $\varphi = 23^\circ$ ,  $Mo = 110 \text{ kg/cm}^2$

CPT4: da 10,4 a 12,8 m d.p.c.  $\varphi = 26^\circ$ ,  $Mo = 190 \text{ kg/cm}^2$

CPT5: da 10,2 a 13,2 m d.p.c.  $\varphi = 25^\circ$ ,  $Mo = 190 \text{ kg/cm}^2$

CPT6: da 9,4 a 13,6 m d.p.c.  $\varphi = 26^\circ$ ,  $Mo = 180 \text{ kg/cm}^2$

\*: I valori dell'angolo di attrito interno efficace sopra riportati sono stati determinati a partire dalla relazione di Caquot (1948) valida per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 m in terreni saturi o > 1 m in terreni non saturi.

### **Sabbia addensata**

La porzione terminale delle prove è interessata da un livello di sabbia con elevato stato di addensamento ( $Dr_{\text{medio}} > 70\%$ ), a causa del quale è stato raggiunto il rifiuto strumentale.

In sintesi si ha:

CPT1: da 13,6 a 13,8 m d.p.c.  $\varphi = 35^\circ$ ,  $M_o > 500 \text{ kg/cm}^2$

CPT2: da 14,2 a 15,0 m d.p.c.  $\varphi = 32^\circ$ ,  $M_o > 500 \text{ kg/cm}^2$

CPT3: da 12,0 a 13,8 m d.p.c.  $\varphi = 30^\circ$ ,  $M_o > 250 \text{ kg/cm}^2$

CPT4: da 12,8 a 13,8 m d.p.c.  $\varphi = 33^\circ$ ,  $M_o > 500 \text{ kg/cm}^2$

CPT5: da 13,2 a 14,4 m d.p.c.  $\varphi = 32^\circ$ ,  $M_o > 500 \text{ kg/cm}^2$

CPT6: da 13,6 a 14,2 m d.p.c.  $\varphi = 33^\circ$ ,  $M_o > 500 \text{ kg/cm}^2$

### **3 - CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO**

---

Nonostante l'esteso areale di indagine la ricostruzione stratigrafica effettuata attraverso l'elaborazione delle n.6 prove penetrometriche statiche (CPT) evidenzia un sottosuolo litologicamente e geotecnicamente omogeneo.

In sintesi, al di sotto di un livello alterato di natura coesiva dello spessore massimo di 1,0 m, è presente un dominio prevalentemente coerente costituito da uno strato di limo argilloso consistente (spessore medio dell'ordine di 2,5 m) e da un successivo livello di argilla plastica a tratti limosa (spessore medio pari a 6 – 7 m).

A partire da una profondità di circa 10 m si assiste ad un aumento alla frazione granulare.

Al di sotto del livello argilloso è stato, infatti, riscontrato uno strato di sabbia limosa – limo sabbioso con grado di addensamento e caratteristiche geotecniche variabili (spessore medio di circa 3,0 m) al quale segue un livello di sabbia addensata.

Quest'ultimo litotipo caratterizza la porzione terminale delle prove fino alla massima profondità indagata prima del raggiungimento del rifiuto strumentale.

## **INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE SISMICA**

### **1 - CLASSE DI SISMICITA' DEL TERRITORIO COMUNALE**

---

L'aggiornamento della classificazione sismica della Regione Toscana, approvato con D.G.R.T. n. 878 del 08/10/2012 e redatto ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006, si è reso necessario al fine di recepire le novità introdotte dall'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.2008).

Alla luce di quanto sopra riportato, il Comune di Capannoli è attualmente inserito in **zona sismica 3**.

### **2 - INDAGINI SISMICHE**

---

Nell'ambito degli studi geologici di supporto alla presente documentazione è stata effettuata una **Prospezione Sismica a Rifrazione in onde P ed SH con elaborazione Tomografica** integrata con una prospezione sismica passiva del tipo **HVSR** (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

#### **2a- INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P ed SH**

La **Prospezione Sismica a Rifrazione in onde P ed SH con elaborazione Tomografica** è finalizzata alla ricostruzione della distribuzione e dell'andamento delle velocità sismiche nel sottosuolo per la determinazione delle principali caratteristiche sismo-stratigrafiche ed elastiche dei terreni.

L'indagine consiste nello sfruttare la diversa propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione") e delle onde elastiche trasversali (onde SH o "di taglio") generate da una sorgente di energia (colpo di mazza o di maglio) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso



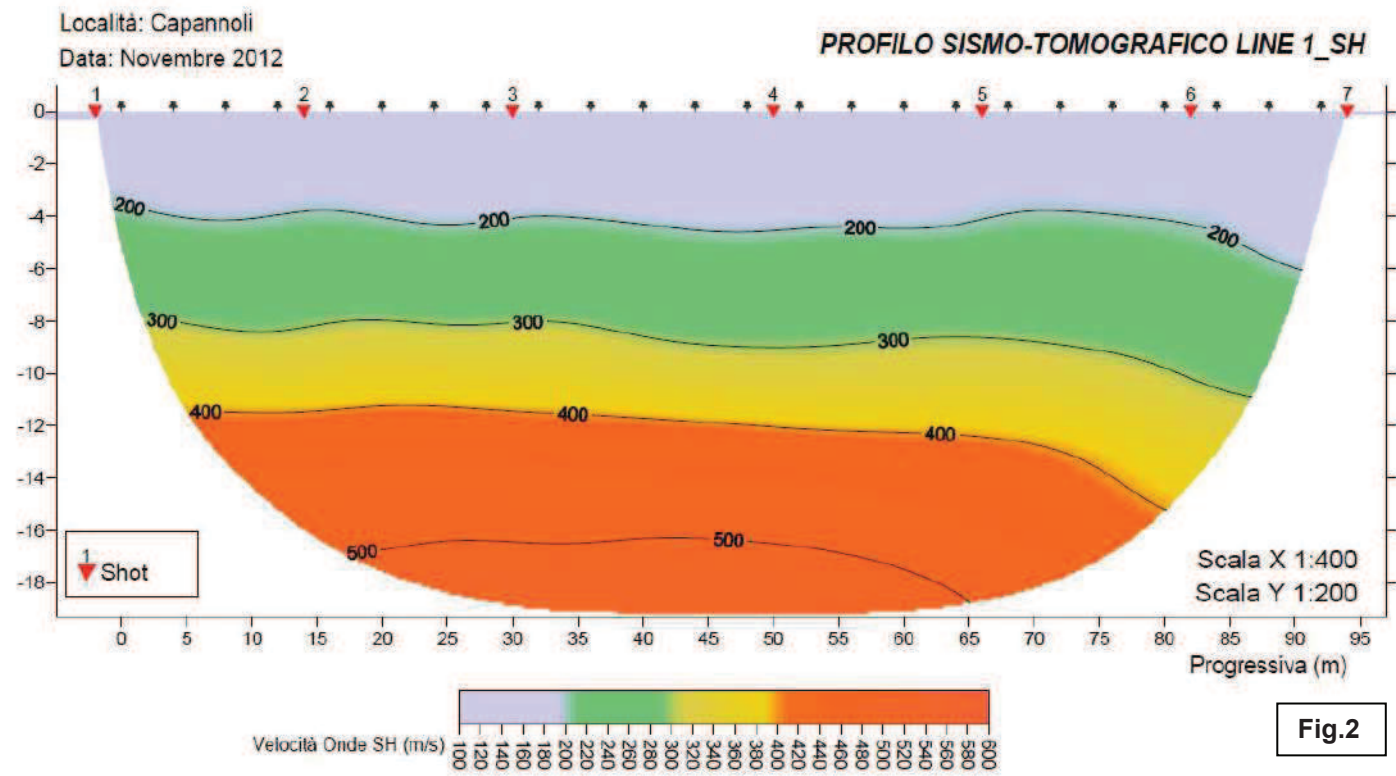
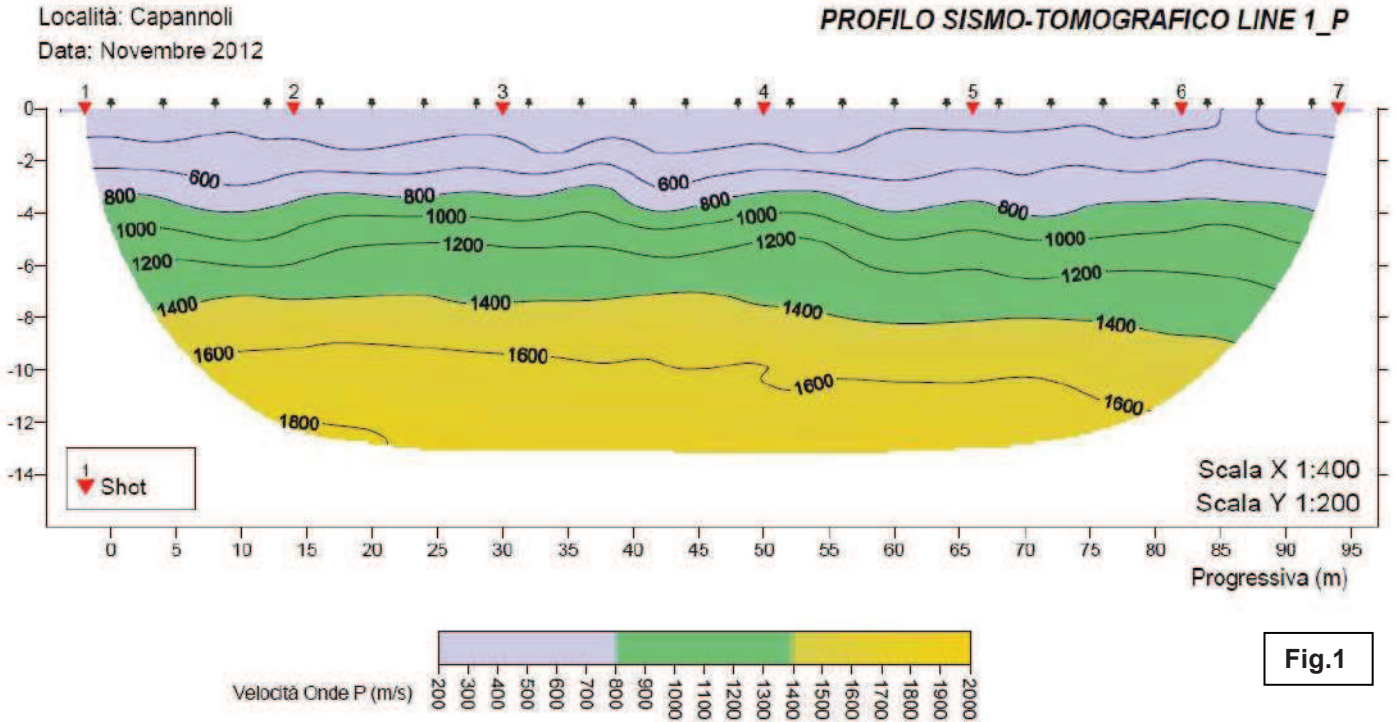
nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino agli apparecchi di ricezione (geofoni) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (*Legge di Snell*).

Costruendo una curva tempo - distanza (dromocrona), realizzata registrando l'istante di inizio della perturbazione elastica ed i tempi di primo arrivo delle onde a ciascun geofono opportunamente disposto lungo un determinato allineamento (base sismica), si ricava la velocità delle onde elastiche trasversali ( $V_s$ ) dei mezzi attraversati ed il loro spessore.

Per ulteriori informazioni inerenti le modalità di esecuzione dell'indagine, le eventuali limitazioni, il sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati si rimanda alla "Relazione Tecnica" (Allegato 9).

Dalle tomografie relative alla velocità delle onde P e delle onde SH, si ha (Fig.1 – Fig.2):

- Dalla superficie fino ad una profondità massima di circa 4,0 m si incontra un primo strato caratterizzato da  $V_p = 250\div 800$  m/s e  $V_s = 130\div 200$  m/s, correlabile con il terreno agrario e/o depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi poco compatti
- Tra le isotachie di 800 e 1400 m/s per le onde P e tra 200 e 300 m/s per le onde SH, le velocità sono riferibili ai depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi mediamente compatti;
- Al di sotto,  $V_p > 1400$  m/s ed  $V_s = 300\div 400$  m/s, le velocità possono essere riferibili ai depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi da mediamente a molto compatti;
- Al di sotto  $V_s > 400$  m/s possono essere riferibili ai depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi molto compatti e/o ghiaie addensate.



## **2b- INDAGINE SISMICA HVSR**

L'indagine sismica HVSR con configurazione a stazione singola è una tecnica passiva che attraverso lo studio del rumore sismico ambientale consente di ottenere informazioni di tipo geognostico.

Il rumore sismico, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento), dall'attività antropica e dall'attività dinamica terrestre; questo si chiama anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni con ampiezze minime, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

In sintesi la metodologia consiste in una valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) ed in parte alla teoria dei microtremori.

La forma di un'onda registrata in un sito oggetto di indagine è, infatti, funzione della forma dell'onda prodotta dalle sorgenti dei microtremori, del percorso dell'onda dalle sorgenti fino al sito oggetto di indagine, dei processi di attenuazione, riflessione, rifrazione e canalizzazione di guida d'onda e della modalità di acquisizione dello strumento in funzione dei parametri e delle caratteristiche strumentali.

Nel tragitto dalla sorgente "s" al sito "x" le onde elastiche (sia di origine sismica che microtremori) subiscono riflessioni, rifrazioni, canalizzazioni per fenomeni di guida d'onda ed attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte di informazioni correlata al contenuto frequenziale del segnale che può essere estratta e che permette di ottenere informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore.

L'esito della prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione (Fig. 3 - 4). Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura.

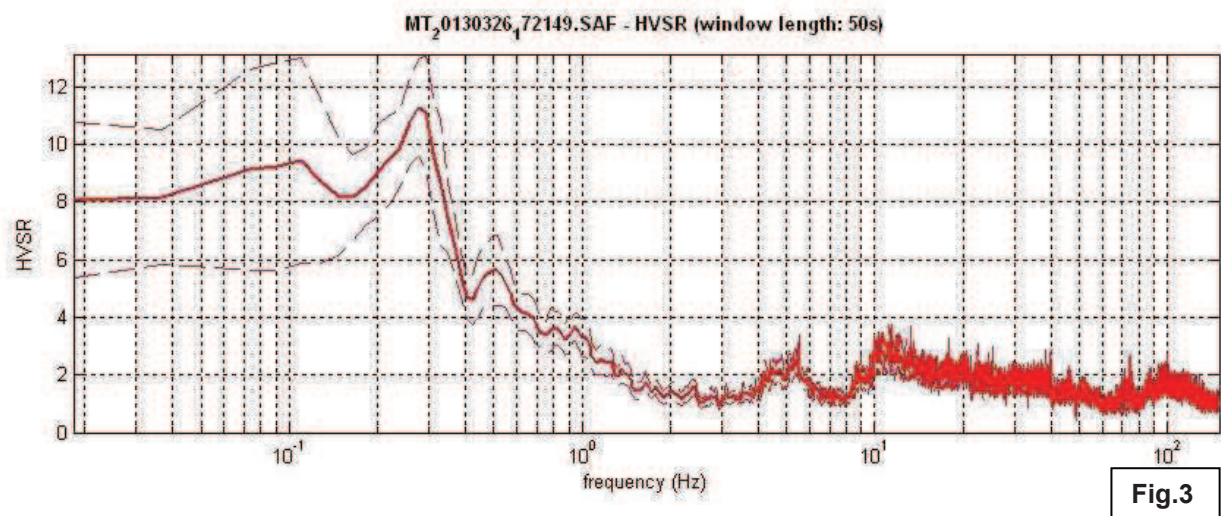
In sintesi, quindi, i valori delle frequenze di risonanza possono essere utilizzati come strumento per l'interpretazione stratigrafica mediante l'integrazione con i dati di velocità ottenuti nell'ambito di ulteriori indagini sismiche (prospezione sismica a rifrazione).

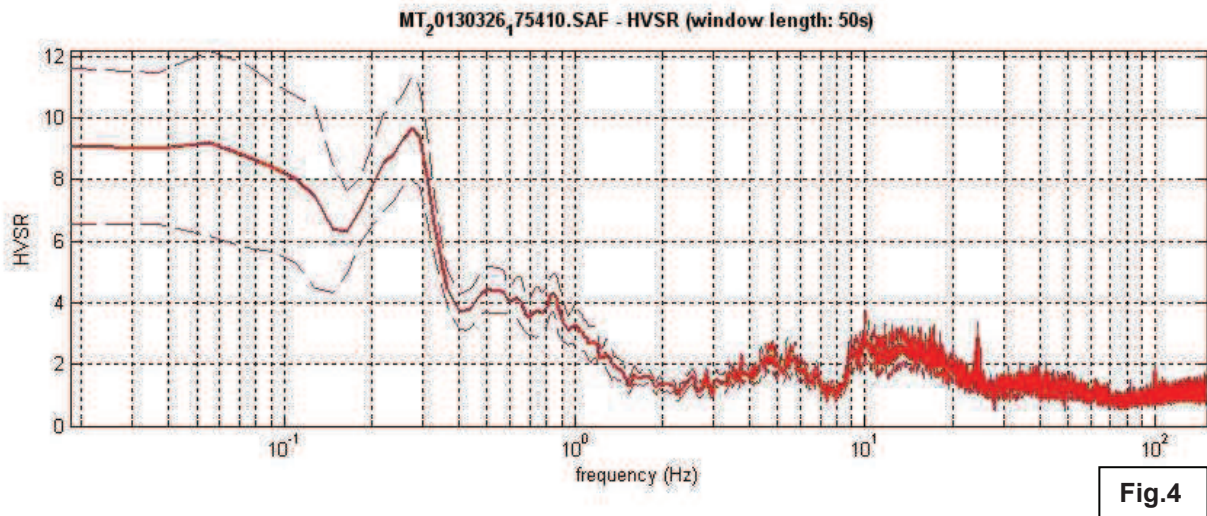
Le basi teoriche del metodo HVSR sono relativamente semplici; nei casi costituiti da coperture soffici al di sopra di un basamento sismico rigido è possibile stabilire una relazione tra lo spessore  $H$  dello strato attraversato, la velocità media delle onde  $S$  all'interno di quest'ultimo ( $V_s$ ) e la frequenza di risonanza fondamentale ( $f$ ) nella forma:

$$f = V_s/4H$$

A partire da tale formula, conoscendo i valori di velocità delle onde elastiche, ottenuti nel caso in esame attraverso la prospezione sismica a rifrazione, si ricava lo spessore ( $H$ ) dello strato interessato.

Nello specifico, dalle due indagini effettuate in sito (HVSR1 ed HVSR2) (Fig.3 – 4) si ricavano i seguenti rapporti spettrali orizzontale su verticale:





Alle frequenze di picco individuate nei grafici corrispondono, indiativamente, le profondità di seguito indicate:

**HVSR1**

FREQUENZA (f) (Hz)	PROFONDITA' (H) (m)
0,3	≈300
5,5	16,5
10	9,1

**HVSR2**

FREQUENZA (f) (Hz)	PROFONDITA' (H) (m)
0,3	≈300
5	18,2
10	9,1
24	3,8

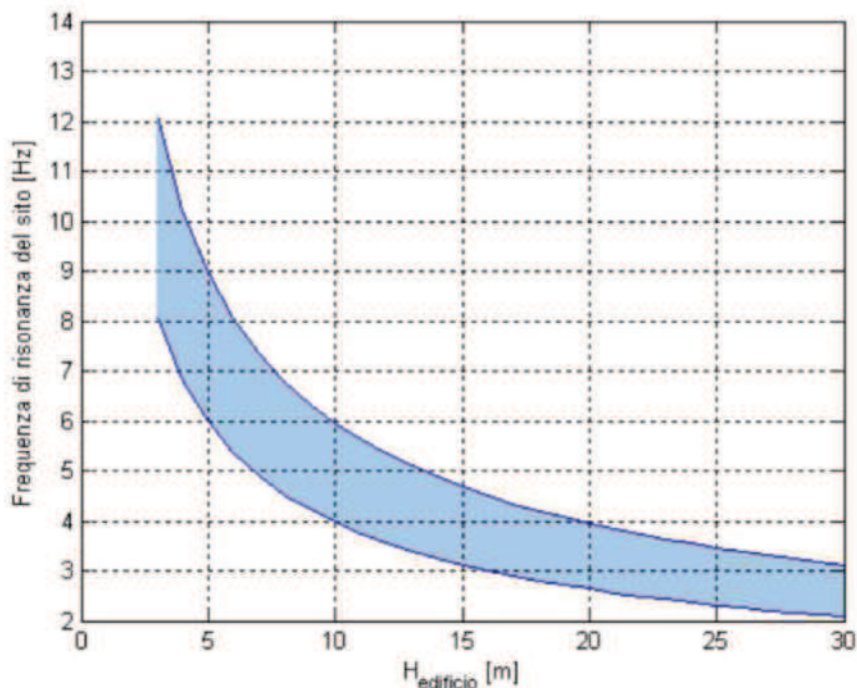
Sulla base delle informazioni stratigrafiche ottenute nell'ambito delle indagini geognostiche in sito, quali la prospezione sismica a rifrazione in onde P ed SH e le prove penetrometriche statiche, le profondità sopra riportate risultano in accordo con la ricostruzione stratigrafica ottenuta.

In sintesi si riscontrano dei contrasti di impedenza, corrispondenti ad altrettante variazioni stratigrafiche, a circa 4,0 m – 9,0 m e 17 m d.p.c. (variazioni litologiche all'interno della coltre alluvionale) e a 300 m d.p.c..

Infine, grazie a tale indagine, è possibile valutare le frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato a causa dei fenomeni di risonanza sismica. La determinazione della frequenza caratteristica di risonanza del sito è, quindi, un parametro di fondamentale importanza per il corretto dimensionamento degli edifici in

termini di risposta sismica locale in quanto consente di evitare l'effetto di "doppia risonanza", estremamente pericoloso per la stabilità degli stessi.

Se si considera una relazione tipica tra altezza di un edificio in cemento armato e il suo periodo di risonanza con i relativi intervalli di confidenza, è possibile rappresentare in un grafico come quello della figura sottostante, la relazione tra frequenza di risonanza del sito e l'altezza dell'edificio con analoghe frequenze di vibrazione.



Relazione tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza del sito investigato: la zona in blu indica l'area più vulnerabile dal punto di vista dei fenomeni di doppia risonanza.

L'area blu indica la zona in cui la coincidenza delle frequenze di risonanza (sito ed edificio) produce effetti di amplificazione che devono essere attentamente valutati perché sono proprio questi fenomeni a incidere pesantemente sulla stabilità degli edifici.

I grafici H/V ottenuti dall'indagine sismica HVSR presentano un picco di frequenza di risonanza significativo all'interno dell'intervallo delle frequenze ad interesse ingegneristico (tra  $10^0$  Hz e  $10^1$  Hz) per i fenomeni di doppia risonanza suolo-edificio. La frequenza ottenuta in questo intervallo ( $f = 5$  Hz circa) risulta significativa in presenza di edifici con altezza  $7 < h < 14$  m circa.

Alla luce di quanto emerso sarà necessario effettuare la progettazione delle strutture considerando in dettaglio i fenomeni sopra descritti.

Per quanto attiene le caratteristiche del sistema di acquisizione e l'elaborazione dei dati si rimanda alla "Relazione Tecnica" (Allegato 10).

### **3 - DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE**

---

La classificazione all'interno delle "*Categorie del Suolo di Fondazione*", ai sensi del *D.M. 14/01/2008*, è stata effettuata attraverso una valutazione del parametro " $V_{s30}$ "; tale valore numerico è calcolato utilizzando la media ponderata dei valori di Velocità delle onde di taglio sul piano orizzontale, nei primi 30 m di profondità, mediante la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Nel caso specifico, dalla prospezione sismica a rifrazione in onde SH, si ottiene un valore minimo di  $V_{s30} = 364 \text{ m/sec}$  (valutato in corrispondenza della progressiva 70 m).

Alla luce di quanto emerso il terreno di fondazione è ascrivibile nella categoria di "**profilo stratigrafico B**".

Questa corrisponde a "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{spt} > 50$  nei terreni a grana grossa e coesione non drenata  $c_u > 250 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fina*".

Di seguito vengono riportate le informazioni ed i dati necessari per la definizione dello spettro di risposta, valutati mediante il programma elettronico di calcolo "GEOSTRU – PS".

Dal momento che allo stato attuale non sono ancora definite le tipologie di attività produttive che si insedieranno nella AUP 2.2 e poiché in tale area sono ammesse anche le attività insalubri e quindi potenzialmente dannose per l'ambiente, le informazioni per la definizione dello spettro di risposta vengono di seguito effettuate considerando la Classe II e III delle costruzioni, così come definite dal D.M. 14.01.2008:

*“Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente...”*

*Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente...”*

Lo spettro di risposta potrà essere ben definito per ciascuna struttura in fase di progetto esecutivo, una volta definita l'ubicazione del lotto e della Vita Nominale della costruzione.

#### **SITO OGGETTO DELL'INDAGINE**

<i>LATITUDINE (°)*</i>	<i>LONGITUDINE (°)*</i>	<i>CLASSE USO</i>	<i>VITA NOMINALE</i>
<b>43,582974</b>	<b>10,69968</b>	<b>2</b>	<b>50</b>

#### **SITO DI RIFERIMENTO**

	<i>LATITUDINE (°)*</i>	<i>LONGITUDINE (°)*</i>	<i>DISTANZA (m)</i>
<b>Sito 1 ID: 20716</b>	<b>43,6006</b>	<b>10,6593</b>	<b>3795,347</b>
<b>Sito 2 ID: 20717</b>	<b>43,6023</b>	<b>10,7283</b>	<b>3150,343</b>
<b>Sito 3 ID: 20939</b>	<b>43,5523</b>	<b>10,7305</b>	<b>4220,814</b>
<b>Sito 4 ID: 20938</b>	<b>43,5507</b>	<b>10,6617</b>	<b>4723,028</b>

\* = Coordinate espresse nel sistema di riferimento ED50.



### PARAMETRI SISMICI

CAT. SOTTOSUOLO	CAT. TOPOGRAFICA	PERIODO RIFERIMENTO	COEFFICIENTE CU
<b>B</b>	<b>T1</b>	<b>50</b>	<b>1,0</b>

	Probab. Super. (%)	T <sub>r</sub> (anni)	a <sub>g</sub> (g)	F <sub>o</sub> (-)	T <sub>c</sub> <sup>*</sup> (s)
OPERATIVITA' (SLO)	81	30	0,045	2,494	0,232
DANNO (SLD)	63	50	0,058	2,493	0,246
SALVAGUARDIA VITA (SLV)	10	475	0,141	2,470	0,274
PREVENZ. COLLASSO (SLC)	5	975	0,176	2,512	0,281

dove:

T <sub>r</sub>	=	periodo di ritorno dell'azione sismica, espresso in anni
a <sub>g</sub>	=	accelerazione orizzontale massima attesa al sito. Il valore di a <sub>g</sub> è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione
F <sub>o</sub>	=	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale. Il valore di F <sub>o</sub> è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione
T <sub>c</sub> <sup>*</sup>	=	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. Il valore di T <sub>c</sub> <sup>*</sup> è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione

### COEFFICIENTI SISMICI

	S <sub>s</sub> (-)	C <sub>c</sub> (-)	S <sub>t</sub> (-)	K <sub>h</sub> (-)	K <sub>v</sub> (-)	A <sub>max</sub> (m/s <sup>2</sup> )	Beta (-)
<b>SLO</b>	1,200	1,470	1,000	0,011	0,005	0,531	0,200
<b>SLD</b>	1,200	1,460	1,000	0,014	0,007	0,677	0,200
<b>SLV</b>	1,200	1,430	1,000	0,041	0,020	1,660	0,240
<b>SLC</b>	1,200	1,420	1,000	0,051	0,025	2,072	0,240

dove:

S <sub>s</sub>	=	Coefficiente di amplificazione stratigrafica
C <sub>c</sub>	=	Coefficiente funzione della categoria di suolo
St	=	Coefficiente di Amplificazione topografica
Kh	=	coefficiente di intensità sismica orizzontale.
Kv	=	coefficiente di intensità sismica verticale.
A <sub>max</sub>	=	accelerazione massima orizzontale attesa al sito ed è dipendente dagli effetti di amplificazione stratigrafica e dagli effetti di amplificazione topografica.
Beta	=	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

### SITO OGGETTO DELL'INDAGINE

LATITUDINE (°)*	LONGITUDINE (°)*	CLASSE USO	VITA NOMINALE
43,582974	10,69968	3	50

### SITO DI RIFERIMENTO

	LATITUDINE (°)*	LONGITUDINE (°)*	DISTANZA (m)
Sito 1 ID: 20716	43,6006	10,6593	3795,347
Sito 2 ID: 20717	43,6023	10,7283	3150,343
Sito 3 ID: 20939	43,5523	10,7305	4220,814
Sito 4 ID: 20938	43,5507	10,6617	4723,028

\* = Coordinate espresse nel sistema di riferimento ED50.

### PARAMETRI SISMICI

CAT. SOTTOSUOLO	CAT. TOPOGRAFICA	PERIODO RIFERIMENTO	COEFFICIENTE CU
B	T1	75	1,5

	Probab. Super. (%)	$T_r$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_o$ (-)	$T_c^*$ (s)
OPERATIVITA' (SLO)	81	45	0,055	2,494	0,243
DANNO (SLD)	63	75	0,069	2,471	0,253
SALVAGUARDIA VITA (SLV)	10	712	0,160	2,493	0,278
PREVENZ. COLLASSO (SLC)	5	1462	0,196	2,536	0,286

dove:

$T_r$	=	periodo di ritorno dell'azione sismica, espresso in anni
$a_g$	=	accelerazione orizzontale massima attesa al sito. Il valore di $a_g$ è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione
$F_o$	=	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale. Il valore di $F_o$ è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione
$T_c^*$	=	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. Il valore di $T_c^*$ è dipendente dalle coordinate che identificano il sito su cui dovrà insistere la costruzione

### COEFFICIENTI SISMICI

	$S_s$ (-)	$C_c$ (-)	$S_t$ (-)	$K_h$ (-)	$K_v$ (-)	$A_{max}$ ( $m/s^2$ )	$Beta$ (-)
<b>SLO</b>	1,200	1,460	1,000	0,013	0,007	0,644	0,200
<b>SLD</b>	1,200	1,450	1,000	0,017	0,008	0,815	0,200
<b>SLV</b>	1,200	1,420	1,000	0,046	0,023	1,881	0,240
<b>SLC</b>	1,200	1,410	1,000	0,057	0,028	2,311	0,240

dove:

$S_s$	=	Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$C_c$	=	Coefficiente funzione della categoria di suolo
$S_t$	=	Coefficiente di Amplificazione topografica
$K_h$	=	coefficiente di intensità sismica orizzontale.
$K_v$	=	coefficiente di intensità sismica verticale.
$A_{max}$	=	accelerazione massima orizzontale attesa al sito ed è dipendente dagli effetti di amplificazione stratigrafica e dagli effetti di amplificazione topografica.
$Beta$	=	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

## **APPROFONDIMENTI, CONDIZIONI E PRESCRIZIONI ALLA TRASFORMAZIONE**

**Nell'ambito della presente indagine si è proceduto ad una valutazione complessiva delle criticità ambientali e logistiche legate alla realizzazione della nuova area produttiva.**

Alla luce di quanto emerso nel corso dello studio è possibile indicare le tipologie degli approfondimenti da effettuare e, contestualmente, fornire alcune prescrizioni circa il mantenimento delle condizioni di stabilità dell'area oggetto di trasformazione.

### **1 - APPROFONDIMENTI DI CARATTERE GEOTECNICO E SISMICO**

---

**Nella fase esecutiva di progettazione degli interventi diretti dovranno essere eseguite indagini di dettaglio che consentano la precisa definizione dei parametri geotecnici del sottosuolo.**

Considerata, infatti, la tipologia delle strutture in progetto, in grado di determinare valori anche significativi del cedimento, a seconda dei carichi trasmessi saranno da prevedersi fondazioni di tipo profondo.

Inoltre, gli approfondimenti inerenti gli aspetti litotecnici e idrogeologici consentiranno di valutare se sussistono le condizioni per il verificarsi dei fenomeni di liquefazione.

Le indagini, estese a livello di area, dovranno essere spinte sino a profondità tali da investigare e caratterizzare il volume significativo coinvolto dalle strutture in progetto.

**La campagna geognostica e geofisica dovrà essere definita sulla base delle disposizioni previste dal D.P.G.R. 36/R del 2007.**

## **2 - APPROFONDIMENTI LEGATI ALLA RISORSA IDRICA**

---

L'attuazione della previsione in esame comporterà un notevole aumento del numero di utenti (residenti ed addetti ai processi di lavorazione), così come dell'utilizzo e dei consumi della risorsa idrica.

Per tale motivo, nei paragrafi successivi, viene riportata una stima indicativa del fabbisogno idrico e quelle che sono le prescrizioni in merito a tale aspetto.

### **2a- FABBISOGNO IDRICO**

Di seguito si riporta la descrizione della procedura utilizzata per la stima indicativa del numero degli abitanti equivalenti (AE) della zona produttiva e la conseguente valutazione delle volumetrie idriche necessarie per soddisfare il fabbisogno di tale area.

#### **2a.1- VALUTAZIONE DEL NUMERO DEGLI ABITANTI EQUIVALENTI**

##### ***Contributo Civile abitazione***

Nella scheda norma si afferma che sono possibili n.5 alloggi da 400 mc.

Considerando 1 AE ogni 100 mc di edificato si ottengono n.4 AE per ciascuno dei 5 alloggi.

**In totale  $5 \cdot 4 = 20$  AE.**

##### ***Contributi Lotti Industriali e Commerciali***

Dagli elaborati progettuali si evince che il numero dei lotti è pari a 35, suddivisi in n. 8 commerciale e n.27 artigianale – industriale.

Il numero di AE per l'uso industriale e commerciale viene valutato sulla base degli addetti impiegati: 1 AE = 3 addetti.

Lo stima totale e quindi del numero di AE è stata effettuata, indicativamente, sulla base della superficie dei singoli lotti.

- Per n.24 lotti con superficie  $< 3.500 \text{ m}^2$  sono stati stimati 6 addetti per lotto (corrispondenti a 2 AE per lotto). **Totale n. 48 AE**
- Per n.8 lotti con superficie compresa tra  $3.500$  e  $5000 \text{ m}^2$  sono stati stimati 9 addetti per lotto (corrispondenti a 3 AE per lotto). **Totale n. 24 AE**

- Per n.3 lotti con superficie > 5.000 m<sup>2</sup> sono stati stimati 12 addetti per lotto (corrispondenti a 4 AE per lotto). **Totale n. 12 AE**

Dalla somma complessiva del numero di Abitanti Equivalenti si ha:

$$n_{TOT} \text{ AE} = 20 + 48 + 24 + 12 = 104$$

## **2a.2- VALUTAZIONE DELLE VOLUMETRI IDRICHE**

### **Contributo Civile abitazione**

Il fabbisogno idrico può essere stimato prevedendo un consumo giornaliero di circa 250 l per ogni AE; a partire da questo si ottiene un fabbisogno complessivo di: 20 AE\*250 l = **5.000 l/g**.

### **Contributi Lotti Industriali e Commerciali**

Per i lotti ad uso commerciale il fabbisogno è stimato in circa 50 l/g per addetto.

Considerato un numero complessivo di circa 60 addetti, si ha: 60 \* 50 = **3.000 l/g**.

Per i lotti ad uso industriale – artigianale il fabbisogno è stimato in 55 l/g per addetto.

Considerando un numero di addetti pari a n.192 si ottiene un fabbisogno idrico pari a 192 \* 55 = **10.560 l/g**.

**Alla luce di quanto sopra riportato, il fabbisogno idrico complessivo dell'area è stimabile in 18.560 l/g (≈ 20 mc/g).**

**Il valore sopra riportato, valutato su base empirica, rappresenta un dato indicativo da avvalorare in fase progettuale.**

## **2b- PRESCRIZIONI IN MERITO ALL'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO**

Il macrosistema idrico "Alta Valdera" che alimenta la rete del Comune di Capannoli non sarà in grado di garantire e soddisfare le esigenze legate all'incremento del fabbisogno idrico della nuova area produttiva.

Il campo pozzi attualmente presente sul territorio di Terricciola, così come riportato nel parere tecnico di supporto alla variante al R.U. da parte dell'ente gestore

(Soc. "Acque S.p.A.") è, infatti, al limite delle sue potenzialità ed in grado di soddisfare unicamente le utenze attuali.

Alla luce di questo l'approvvigionamento idrico della AUP 2.2 sarà possibile attraverso la realizzazione di un sistema di alimentazione autonomo che preveda lo sfruttamento delle falde acquifere sotterranee mediante pozzi.

I pozzi saranno realizzati in modo da soddisfare il fabbisogno di più lotti.

Nell'ottica della salvaguardia della risorsa idrica ogni lotto sarà dotato di un sistema duale di alimentazione dell'acqua ( linea uso potabile e linea destinata ad altri usi: igienico, industriale, ecc.).

Nell'area produttiva, così come riportato all'art. 51 punto A.1.2.a.3 delle N.T.A. del R.U. del Comune di Capannoli, *"i pozzi artesiani dovranno prevedere il corretto isolamento degli acquiferi attraversati e l'impermeabilizzazione superficiale, da ottenersi mediante cementazione dei primi metri di profondità"*.

Per gli usi diversi dal potabile è da preferire il recupero e l'utilizzo delle acque meteoriche e solo successivamente il ricorso all'uso delle acque di falda.

Le acque meteoriche, in accordo con l'art. 51 punto A.1.2.a.1 delle N.T.A. del R.U. vigente, saranno raccolte e stoccate in opportuni serbatoi interrati, dimensionati sulla base delle indicazioni riportate all'articolo sopra citato. In particolare le vasche dovranno avere dimensioni non inferiori a 20 m<sup>3</sup>, con incremento di 1 m<sup>3</sup> ogni 100 m<sup>3</sup> di costruzione, fino ad un massimo di 100 m<sup>3</sup>.

Tale prescrizione, in aggiunta agli accorgimenti per la riduzione dei consumi idrici (es. utilizzo di frangi flusso ai rubinetti, adozione nei WC di sistemi di erogazione differenziati, ecc.) consentirà la salvaguardia della risorsa idrica e contemporaneamente la mitigazione degli effetti dovuti all'impermeabilizzazione del territorio.

In aggiunta a quanto sopra riportato, nel caso di una maggiore richiesta idrica legata ad esempio al ciclo produttivo di un'attività artigianale – industriale, la realizzazione di pozzi privati all'interno dei singoli lotti è condizionata dalla dimostrazione della effettiva necessità.

I pozzi e la rete di distribuzione saranno, infine, potenziati ma man che si procederà al completamento dell'area produttiva e dovranno essere progettate in modo tale da prevedere, all'occorrenza, un allacciamento al pubblico acquedotto.

### **2b.1- ITER BUROCRATICO**

La realizzazione dei pozzi ad uso potabile ed altri usi è subordinata alla richiesta di autorizzazione alla ricerca di acque sotterranee e alla concessione alla derivazione da parte della Provincia di Pisa – Dipartimento del Territorio – Servizio Difesa del Suolo e Protezione Civile – U.O. Georisorse, ai sensi dell'art.95 e dell'art.7 del R.D. n.1775/1933, così come riportato nelle indicazioni del “*Regolamento a disciplina dei procedimenti di concessione di acqua pubblica*”.

Per quanto attiene l'uso potabile della risorsa l'iter prevede l'ottenimento del giudizio di idoneità delle acque da parte dell'Azienda USL5 di Pisa ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. e del D.lgs 2/2/2001 n°31 e s.m.i.. Questo si basa sull'esecuzione di analisi chimiche e batteriologiche da effettuarsi a cadenza stagionale.

### **2c- PRESCRIZIONI IN MERITO ALLA DEPURAZIONE DELLE ACQUE**

L'area in esame non è servita dalla pubblica fognatura; inoltre, l'impianto di depurazione dei reflui nel quale vengono attualmente convogliate le acque che interessano il Comune di Capannoli risulta al massimo delle sue capacità depurative.

Alla luce di questo, così come previsto per l'approvvigionamento idrico, la AUP 2.2 sarà dotata di un impianto autonomo per il trattamento e la depurazione delle acque.

Il sistema previsto sarà di tipo separato e composto da due reti distinte, quale quella adibita alla raccolta ed al convogliamento delle acque reflue urbane e quella destinata alle sole acque meteoriche.

In pratica sarà necessario prevedere il trattamento delle seguenti tipologie di acque:

- 1) acque domestiche e assimilate;
- 2) acque meteoriche;
- 3) acque di prima pioggia contaminate e non;
- 4) acque derivanti da processi industriali non configurabili tra quelle precedenti;

Il corpo recettore finale è costituito, in entrambi i casi, dal Rio Recinaio.



### **2c.1- SMALTIMENTO ACQUE DOMESTICHE**

Lo smaltimento dei reflui domestici prodotti nell'area sarà effettuato alla luce della normativa vigente in materia con particolare riguardo al D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. ed al D.P.G.R. Toscana 17 dicembre 2012, n° 76/R.

Dal momento che una valutazione delle volumetrie dei reflui da smaltire a livello di intera area produttiva risulta estremamente difficoltoso, la depurazione delle acque sarà effettuata attraverso la realizzazione di impianti privati posti all'interno dei singoli lotti, progettati alla luce dei *trattamenti appropriati* stabiliti dalla normativa vigente e sulla base delle attività svolte nei medesimi.

Le acque in uscita da ciascun impianto privato saranno allacciate ad una rete fognaria in progetto.

Prima di tale immissione dovranno essere posizionati pozzetti di campionamento che consentano di valutare le caratteristiche chimico - fisiche delle acque in uscita e conseguentemente il reale funzionamento degli impianti.

Allo sbocco della rete fognaria sarà realizzato un impianto di fitodepurazione che permetterà l'ulteriore affinamento delle acque reflue.

Il trattamento così effettuato consentirà di ottenere in uscita acque chiarificate con caratteristiche chimico - fisiche idonee per il recapito in acque superficiali (Tab.III, Allegato 5, Parte Terza del D.Lgs 152/2006), ed in particolare nel corso del Rio Recinaio.

Lo scarico nel Recinaio, previsto in un unico punto, sarà effettuato con modalità che garantiscano la stabilità delle sponde. Le modalità di scarico in presenza di eventi di piena saranno oggetto di specifico studio idraulico. Il punto di immissione è soggetto ad autorizzazione provinciale ai sensi del R.D.523/1904. Le acque immesse nel Recinaio contribuiranno a garantire il flusso minimo vitale del corso d'acqua.

### **2c.2- SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE**

La gestione delle acque meteoriche dilavanti (AMD) è disciplinata dalla L.R. 20 del 2006 e dal Regolamento regionale n.46/R del 2008 e successive modifiche.

La normativa classifica tali acque in:

- acque meteoriche dilavanti contaminate (AMC): *“acque meteoriche dilavanti, ...derivanti dalle attività che comportano oggettivo rischio di*

*trascinamento, nelle acque meteoriche, di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali individuate dal regolamento di cui all'articolo 13".*

Nelle AMC sono incluse anche le acque meteoriche di prima pioggia (AMPP) derivanti dalla attività sopra citate.

- acque meteoriche dilavanti non contaminate (AMDNC): *"acque meteoriche dilavanti derivanti da superfici impermeabili non adibite allo svolgimento di attività produttive, ossia: le strade pubbliche e private, i piazzali di sosta e di movimentazione di automezzi, parcheggi e similari, anche di aree industriali, dove non vengono svolte attività che possono oggettivamente comportare il rischio di trascinamento di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali".*

In aggiunta a quanto sopra riportato sono assimilate ad AMDNC le AMPP *"quando non siano entrate in contatto con altre acque e derivino:*

- a) esclusivamente da tetti o tettoie di edifici, di altre strutture permanenti o temporanee, di insediamenti o stabilimenti che non svolgano le attività, individuate dal regolamento di cui all'articolo 13, ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera e);*
- b) altre superfici impermeabili, diverse dalle precedenti provenienti da stabilimenti che non svolgano le attività, individuate dal regolamento di cui all'articolo 13, ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera e)".*

Le acque meteoriche dilavanti, a seguito di idonei trattamenti necessari per il raggiungimento e/o il mantenimento degli obiettivi di qualità, saranno convogliate nel corpo recettore costituito dal Rio Recinaio. Il dimensionamento della rete fognaria potrà essere effettuato considerando una Precipitazione di Massima intensità con tempo di ritorno, Tr, non inferiore a 100 anni.

### **2c.3- ITER BUROCRATICO**

Ai sensi dell'art. 4 comma 1 della L.R. 20/2006 *"il rilascio delle autorizzazioni allo scarico, non in pubblica fognatura, di acque reflue industriali e di acque reflue urbane è di competenza della provincia".*

L'immissione delle acque nel Rio Recinaio è, quindi soggetta ad autorizzazione Provinciale.

Per il trattamento delle acque meteoriche contaminate è, inoltre, prevista la

presentazione all'autorità competente di un piano di gestione necessario per garantire la tutela delle acque del corpo recettore finale, ai sensi delle disposizioni riportate nell'allegato 5, capo II del sopra citato Regolamento regionale.

### **3 - APPROFONDIMENTI LEGATI ALLA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**

---

Gli interventi in previsione modificheranno pesantemente lo stato attuale dei luoghi. Per tale motivo la realizzazione della nuova area produttiva è subordinata alla realizzazione di interventi sul reticolo idraulico necessari per la mitigazione di tale rischio.

In merito a quanto sopra riportato è stato incaricato dalla committenza lo studio "H.S. INGEGNERIA S.r.l." con sede in Via Bonistalli, 12 - Empoli (Fi).

La riduzione del rischio idraulico sarà effettuata attraverso:

- Intervento di risagomatura del Fosso Recinaio per il contenimento in alveo delle piene con  $Tr \leq 200$  anni;
- interventi di regimazione e miglioramento delle condizioni di deflusso della rete idraulica minore.

**La realizzazione del Piano Attuativo in esame è, quindi, condizionata dagli esiti delle verifiche e degli studi idraulici in programma, ai quali si rimanda integralmente.**

## **CONCLUSIONI**

**La Relazione Geologica di supporto al Piano Attuativo per la nuova area produttiva - AUP 2.2 è stata redatta ai sensi della normativa vigente.**

L'area, ubicata nel Comune di Capannoli, si sviluppa in una zona morfologicamente stabile corrispondente alla pianura alluvionale del Fiume Era e dei suoi principali affluenti.

La realizzazione degli interventi previsti nell'U.T.O.E. non comprometterà la stabilità della zona coinvolta; i rilievi svolti hanno, infatti, confermato il quadro di pericolosità emerso dagli studi di supporto allo S.U.

Le indagini geognostiche eseguite, conformi alla classe di Fattibilità attribuita, hanno permesso la classificazione sismica del terreno (categoria B), la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo e la caratterizzazione geotecnica dei livelli attraversati.

Alla luce di quanto detto, nel rispetto delle prescrizioni riportate nella presente, si ritiene che non esistano motivi di carattere geologico che possano ostacolare la realizzazione della nuova area produttiva.

***Dr. Geol. Chiara Marconi***

***Collaboratore: Dr. Geol. Claudio Nencini***

***Casciana Terme, 27/01/2014***

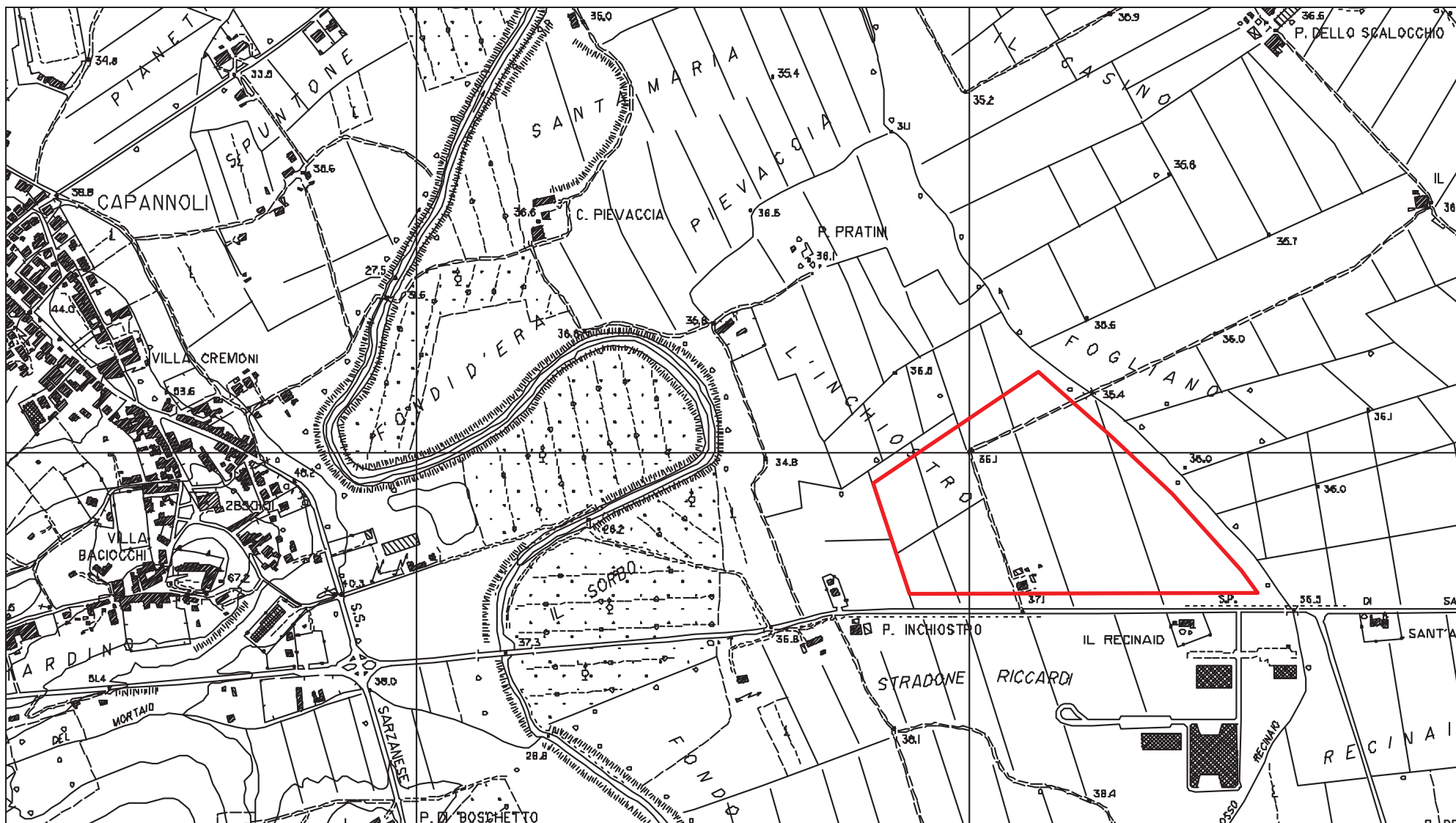
**Costituiscono parte integrante della presente relazione i seguenti elaborati:**


---

- ALLEGATO 1: "Corografia area di intervento" (scala 1:10.000);
- ALLEGATO 2: "Carta Geologica e Geomorfologica" (scala 1:10.000) – "Carta Idrogeologica e del reticolo idraulico" (1:10.000);
- ALLEGATO 3: "Carta della Pericolosità Geomorfologica" (scala 1:10.000) – "Carta della Pericolosità Idraulica" (scala 1:10.000);
- ALLEGATO 4: "Pericolosità Idraulica ai sensi del PAI" (scala 1:5.000) – "Carta guida delle aree allagate" (scala 1:25.000);
- ALLEGATO 5: "Carta delle Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale" (scala 1:5.000) – "Carta della Vulnerabilità Idrogeologica (scala 1:10.000);
- ALLEGATO 6: "Carta della Fattibilità" (scala 1:5.000);
- ALLEGATO 7: "Ubicazione indagini geognostiche e sismiche in sito" (scala 1:5.000);
- ALLEGATO 8: "Relazione Tecnica – Prove Penetrometriche Statiche – CPT";
- ALLEGATO 9: "Relazione Tecnica – Indagine sismica a rifrazione in onde P ed SH con Tecnica Tomografica";
- ALLEGATO 10: "Relazione Tecnica – Indagini sismiche HVSR";
- ALLEGATO 11: "Sezioni Litotecniche".

# COROGRAFIA AREA DI INTERVENTO

Scala 1:10.000



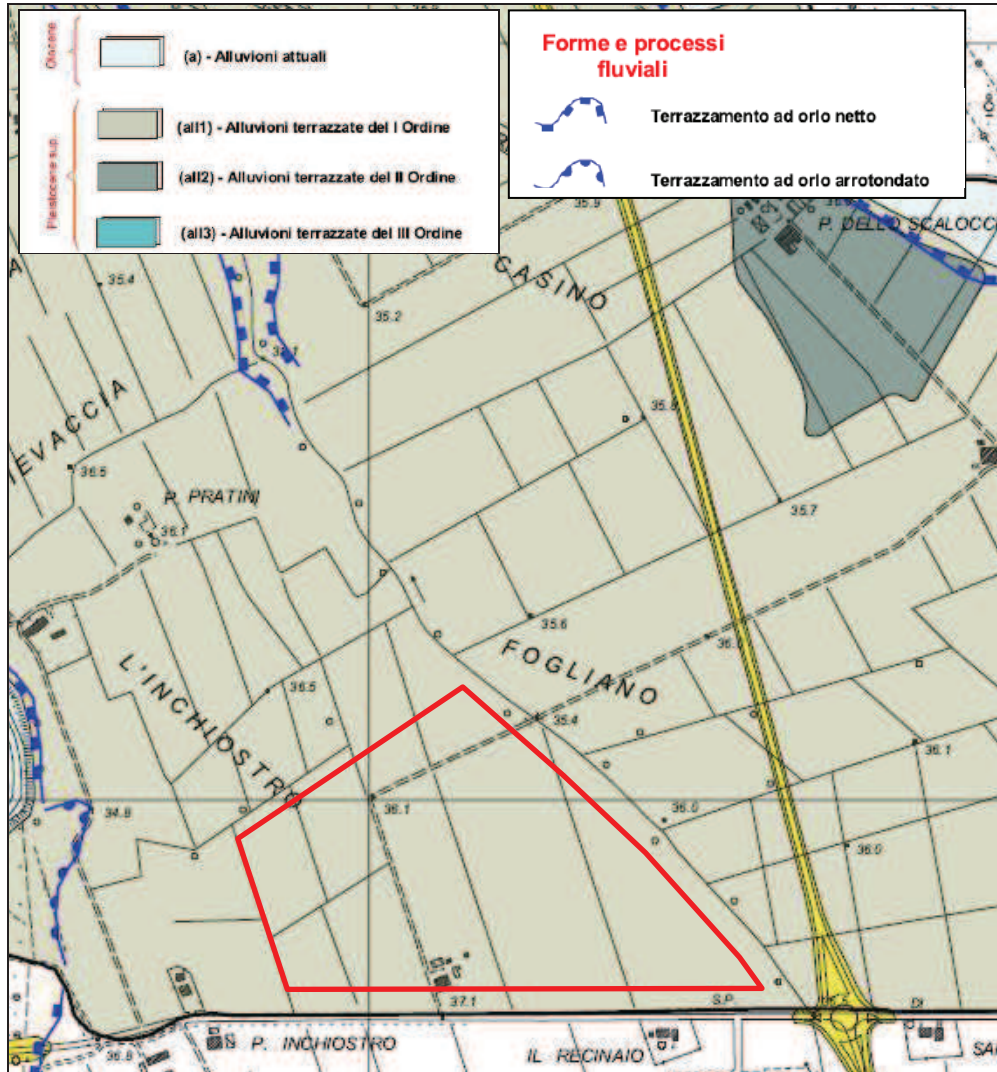
 Ubicazione area di intervento

**ALLEGATO 1**

# CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Estratto dal P.S. del Comune di Capannoli

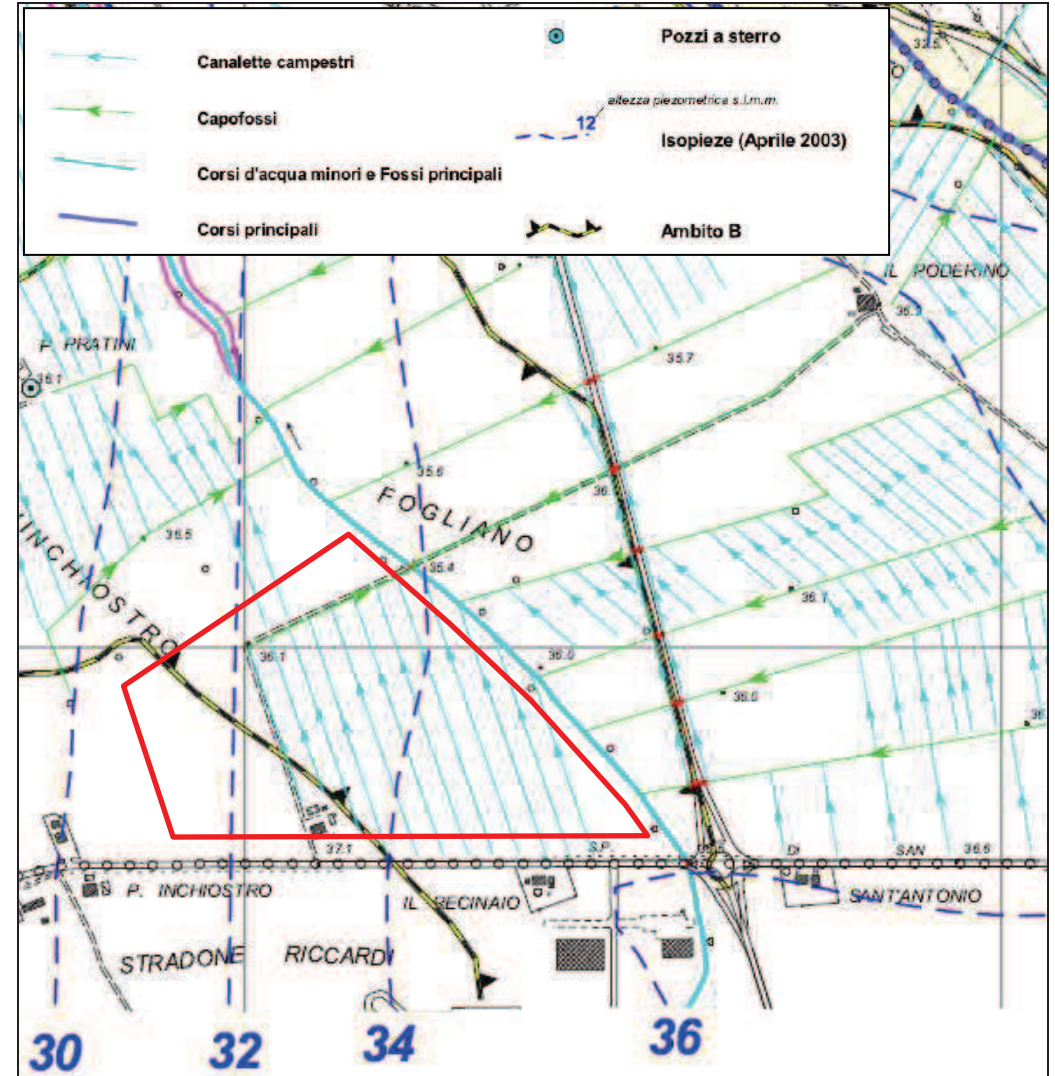
Scala 1:10.000



# CARTA IDROGEOLOGICA E DEL RETICOLO IDRAULICO

Estratto dal P.S. del Comune di Capannoli

Scala 1:10.000



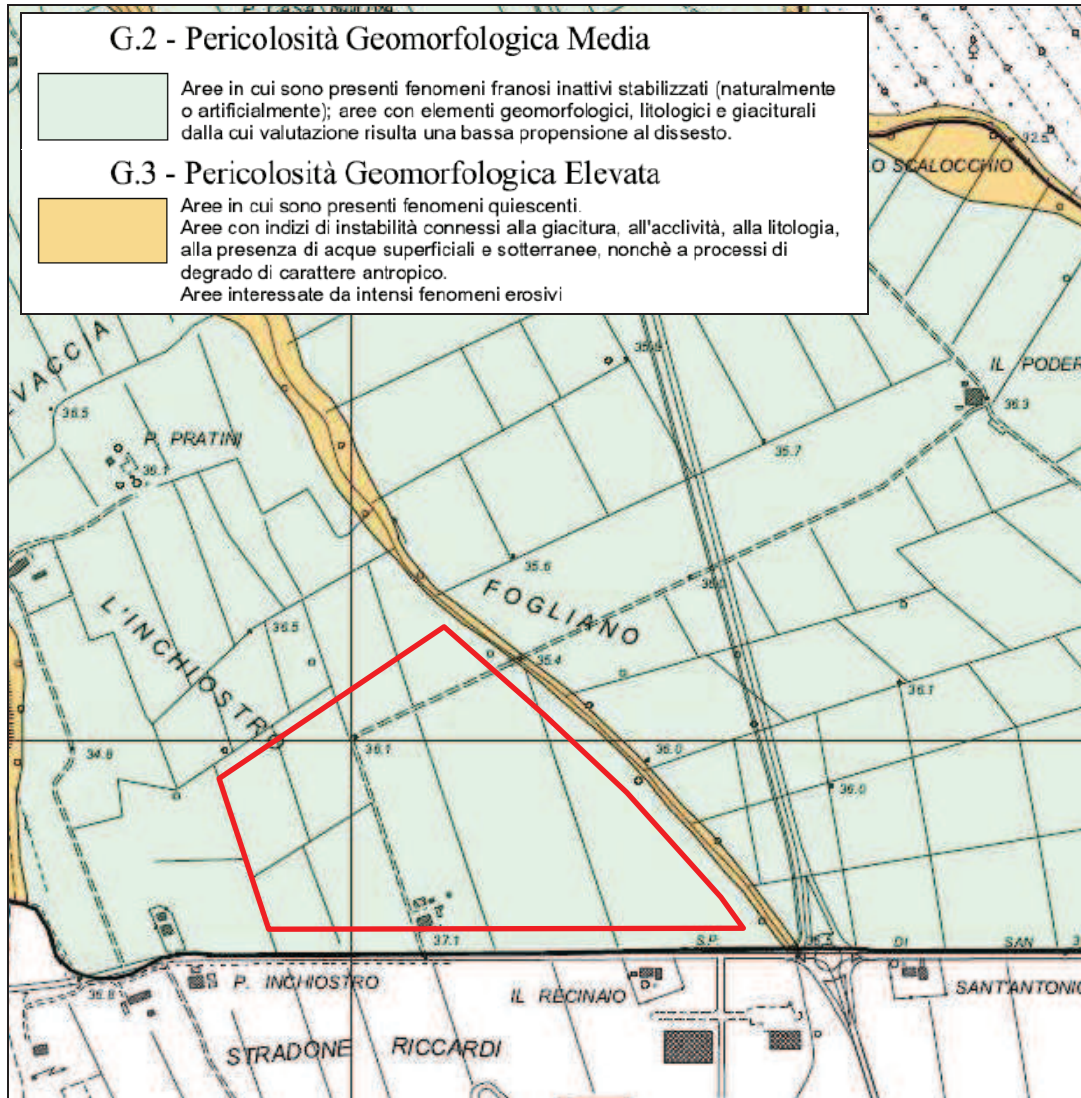
Ubicazione area di intervento

ALLEGATO 2

# CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Estratto dal R.U. del Comune di Capannoli

Scala 1:10.000

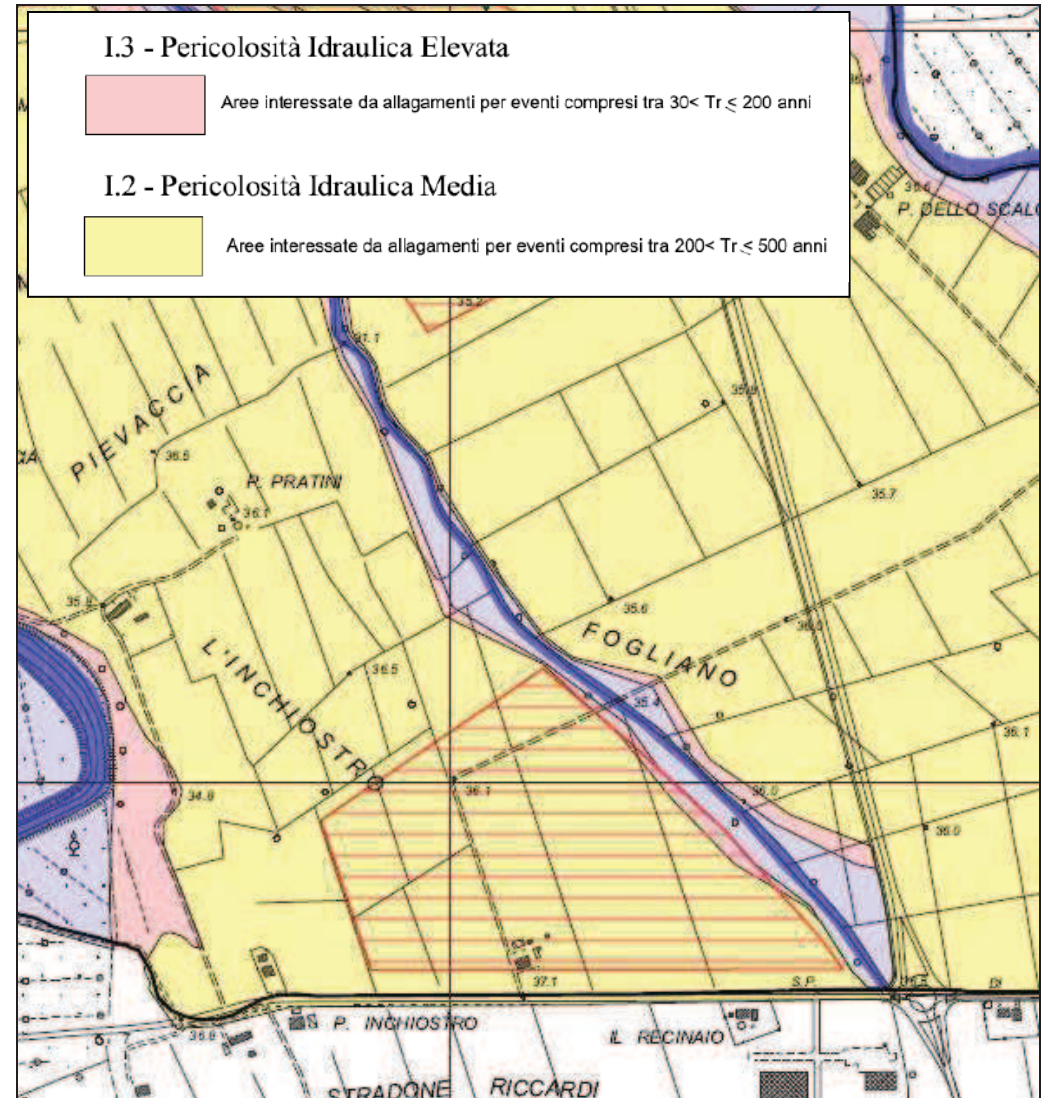


 Ubicazione area di intervento

# CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Estratto dal R.U. del Comune di Capannoli

Scala 1:10.000

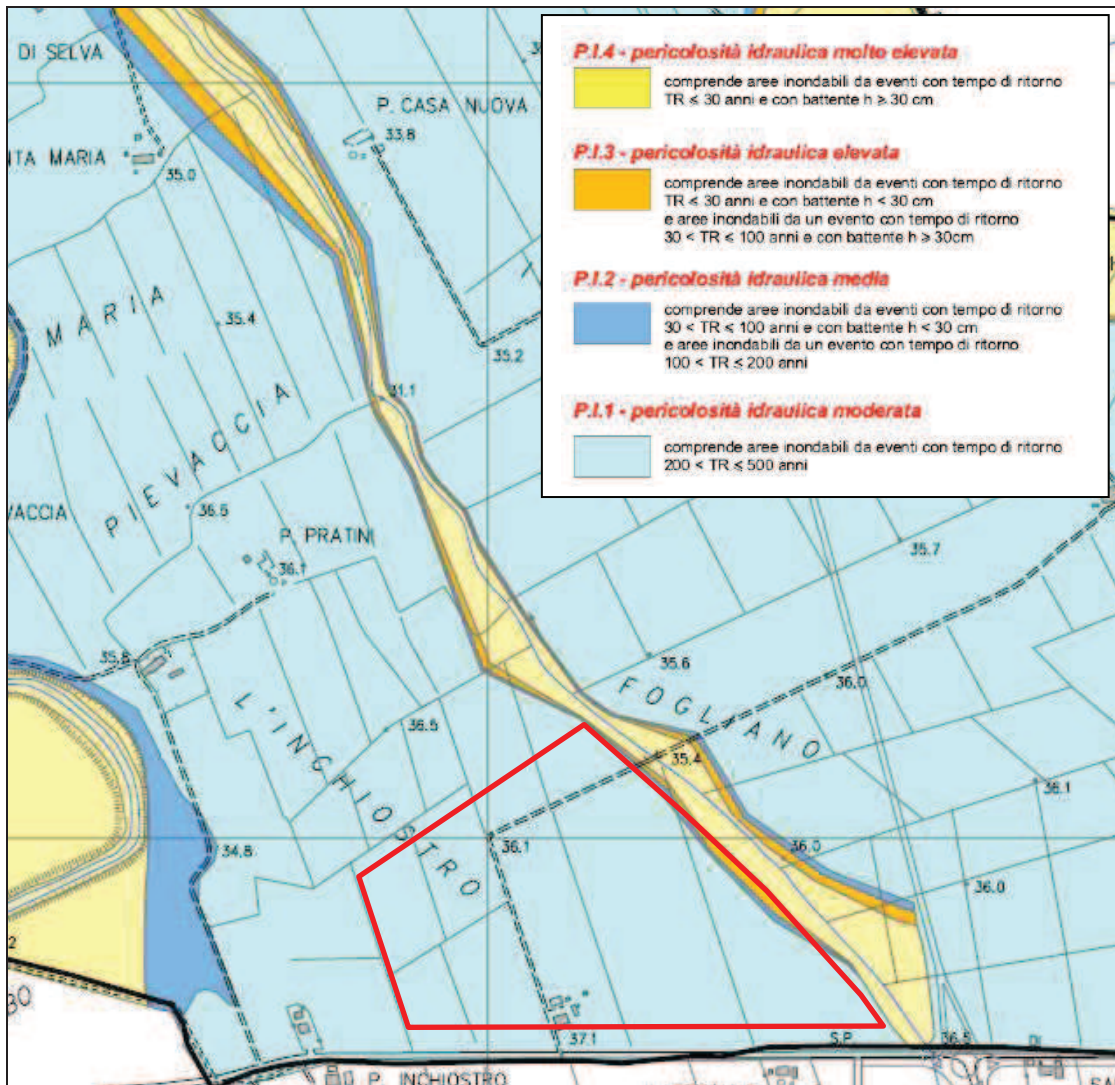


**ALLEGATO 3**

# PERICOLOSITA' IDRAULICA ai sensi del PAI

Estratto dal R.U. del Comune di Capannoli

scala 1:10.000

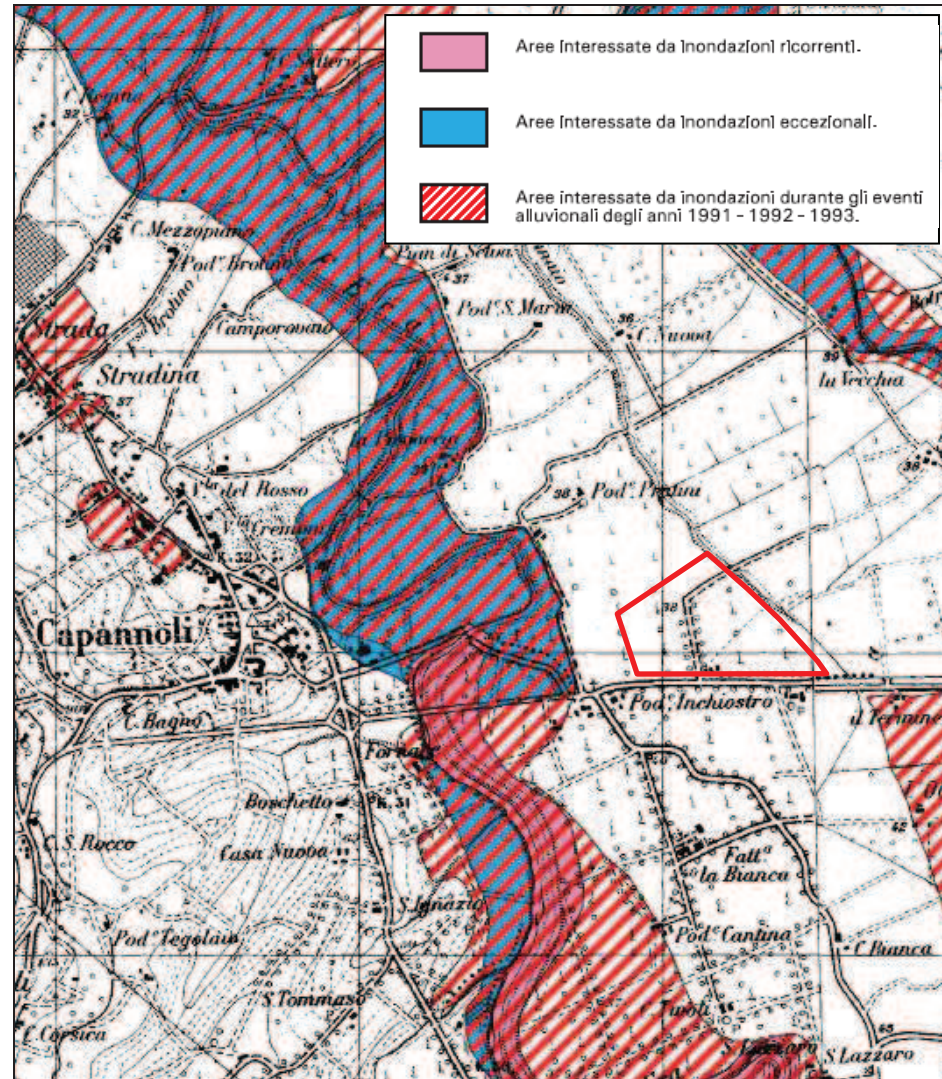


Ubicazione area di intervento

# CARTA GUIDA DELLE AREE ALLAGATE

(Piano di Bacino del Fiume Arno – Piano Stralcio “Assetto Idrogeologico”)

scala 1:25.000

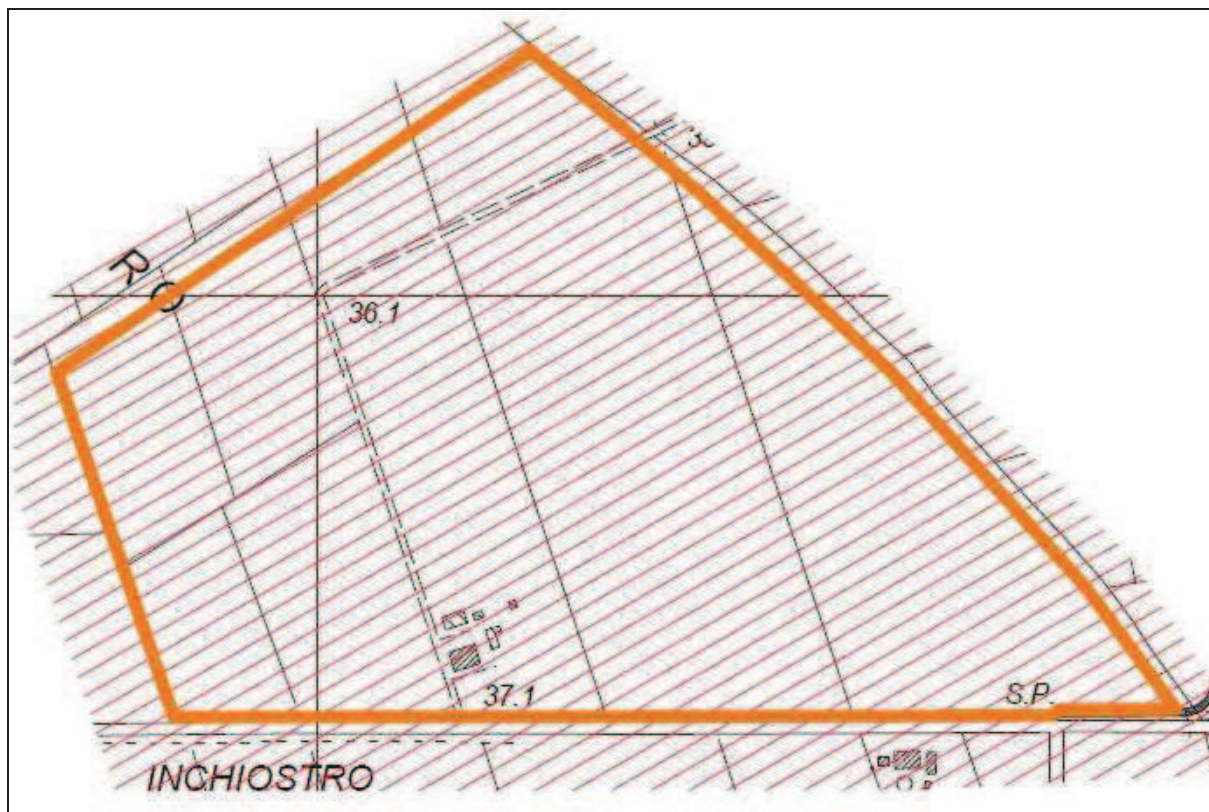


ALLEGATO 4



## CARTE DELLE ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

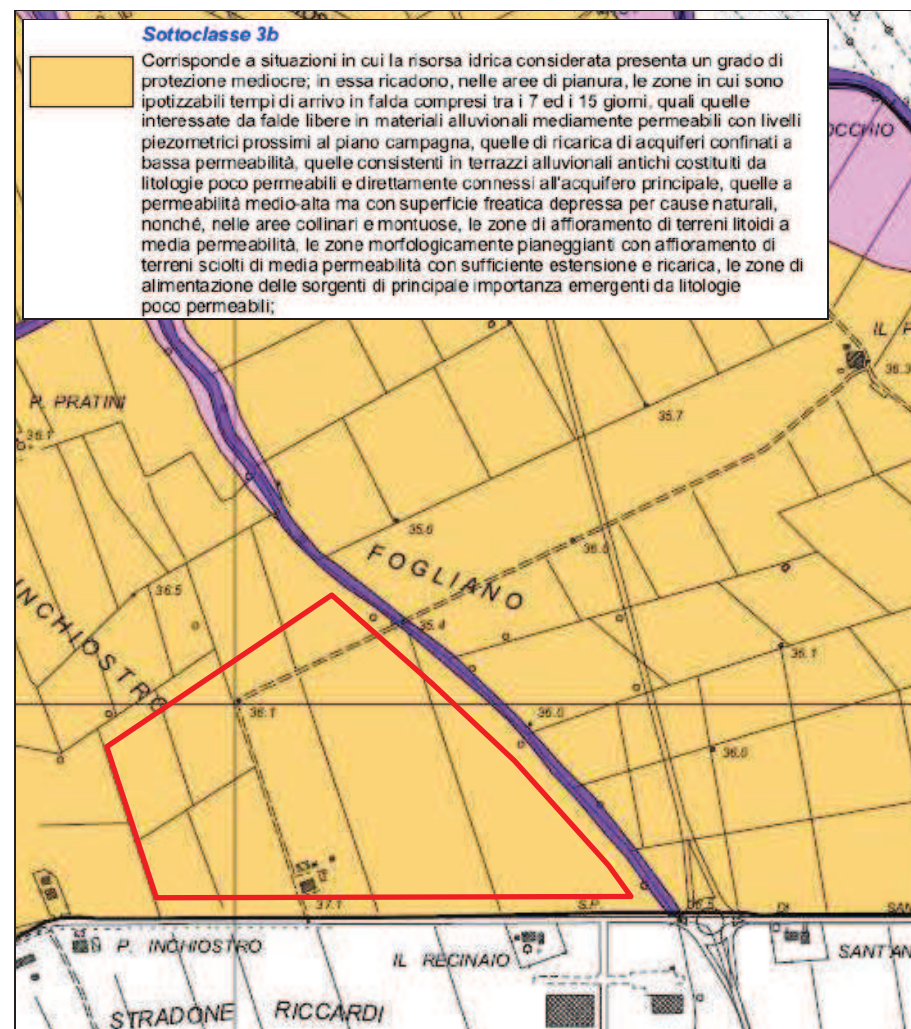
Estratto dal R.U. del Comune di Capannoli  
scala 1:5.000



Ubicazione area di intervento

## CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

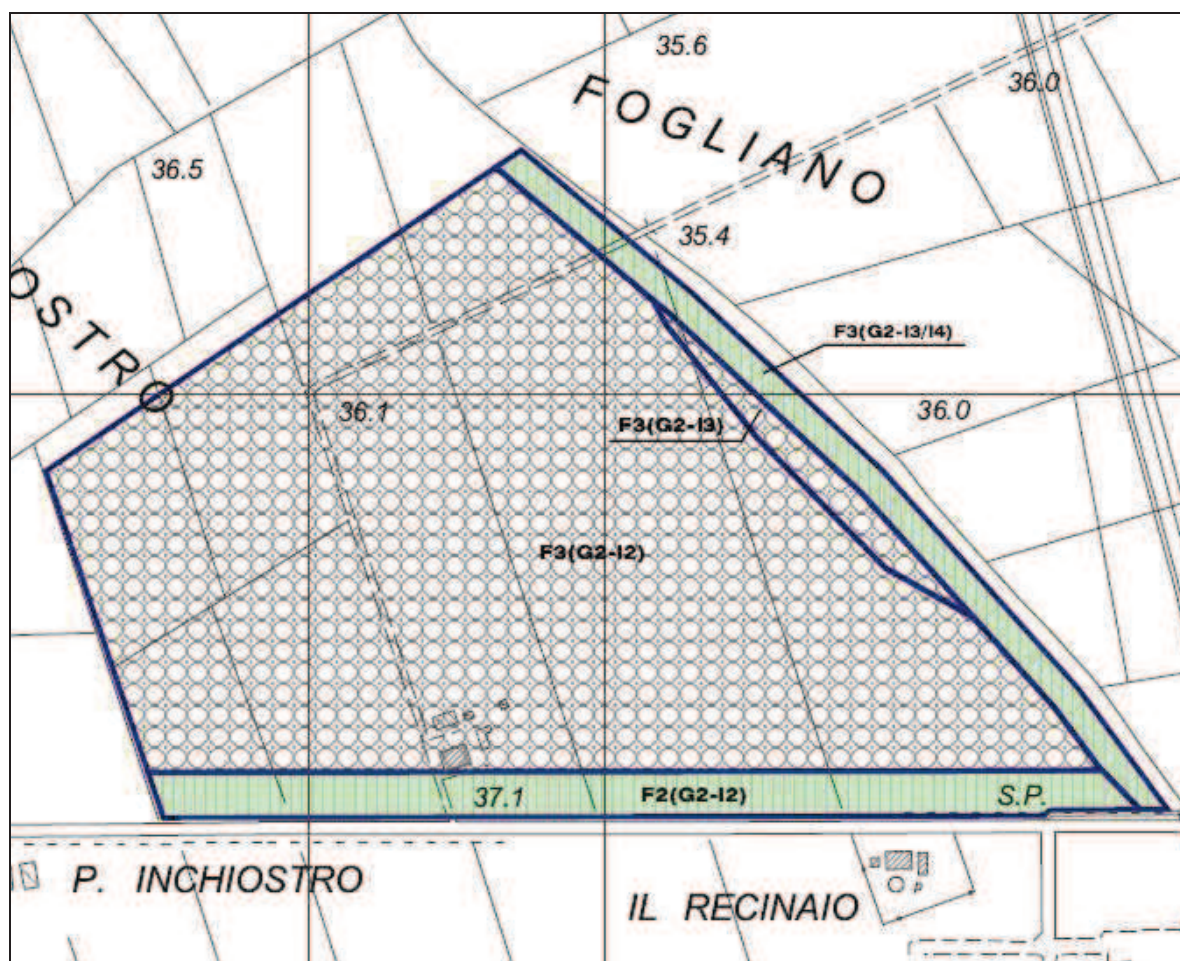
Estratto dal P.S. Comune di Capannoli  
scala 1:10.000



# CARTA DELLA FATTIBILITA'

Estratto dal R.U. del Comune di Capannoli

scala 1:5.000



Verde di rispetto



U.T.O.E. Strategica produttiva

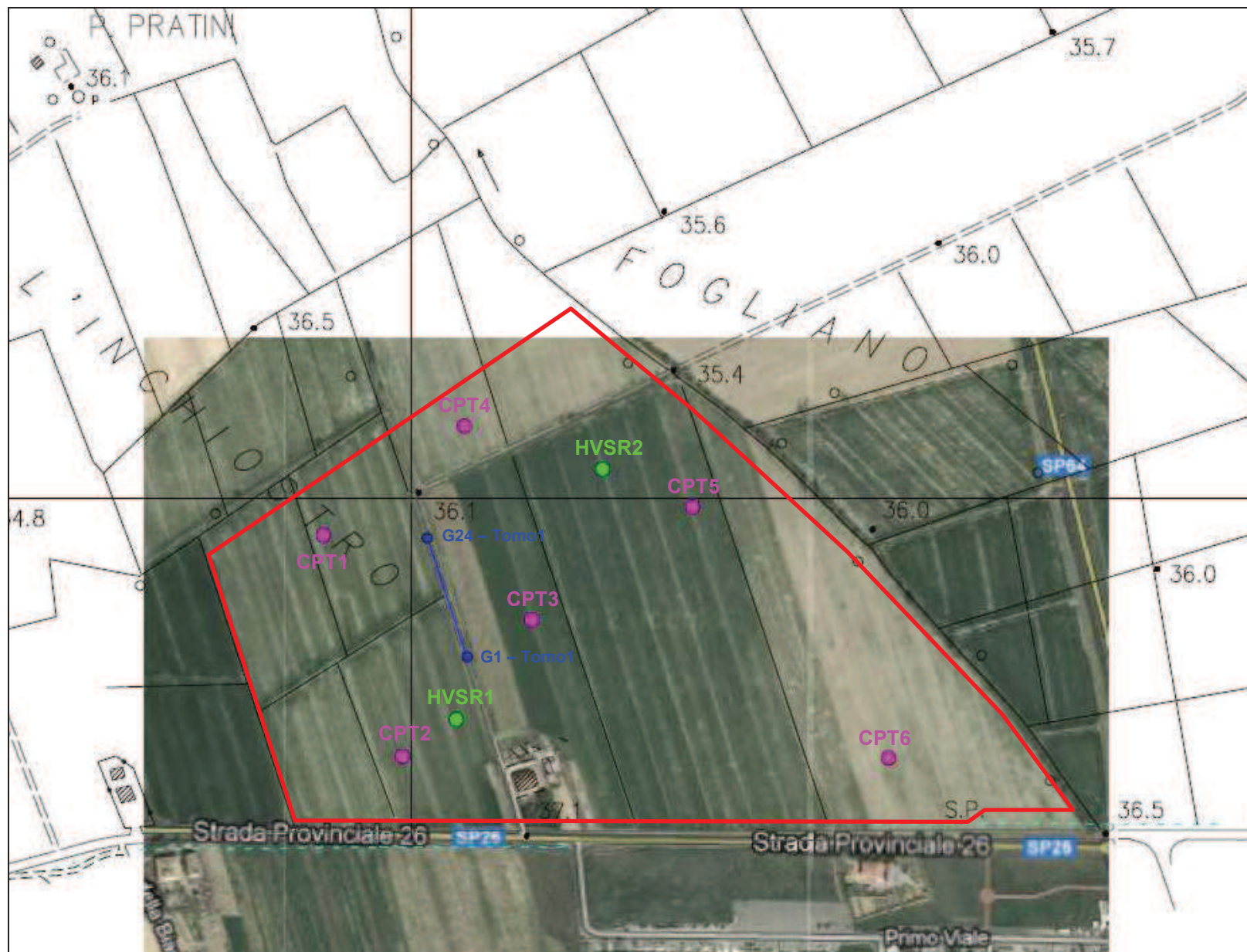
(F3)

Fattibilità condizionata :

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

# UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE IN SITO

scala 1:5.000



## LEGENDA

- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
- PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P ED SH CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA
- IDAGINE SISMICA HVSR CON CONFIGURAZIONE A STAZIONE SINGOLA
- PERIMETRO U.T.O.E. STRATEGICA PRODUTTIVA

**ALLEGATO 7**



Azienda Certificata  
ISO 9001:2008 N. IT12/0149  
"Progettazione ed esecuzione di indagini geotecniche e  
geofisiche, ambientali, idrometriche"



## RELAZIONE TECNICA

Committente: GOLF  
IMMOBILIARE S.R.L.

Località: Capannoli

Data Indagine: 22/11/2012

Codice lavoro: 121122a

Norma di rif: ASTM D 3441-98

# PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

Dott. Jacopo Martini

**GAIA Servizi S.n.c.**

Via Lenin, 132 - 56017 - San Giuliano  
Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

p. IVA 01667250508

Data elaborazione: 26/11/2012

**GAIA Servizi S.n.c.**  
di Massimiliano Vannozzi & C.  
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)  
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

Codifica: PR 7.5 01\_17 Rev. 1 del 11/2011

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 1: Prova penetrometrica CPT1



Figura 2: Prova penetrometrica CPT2



Figura 3: Prova penetrometrica CPT3



Figura 4: Prova penetrometrica CPT4



Figura 5: Prova penetrometrica CPT5



Figura 6: Prova penetrometrica CPT6

# LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

**Strumento utilizzato:**  
**TG63-200 - Pagani - Piacenza**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing 35.7$  mm, area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura:  $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( $\varnothing = 35.7$  mm - h = 133 mm -  $A_m = 150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm/sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione  $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$   
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta:  $q_c \text{ ( kg/cm}^2 \text{ )} = ( L_1 ) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale:  $f_s \text{ ( kg/cm}^2 \text{ )} = [( L_2 ) - ( L_1 )] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale :  $R_t \text{ ( kg/cm}^2 \text{ )} = ( L_t ) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta ( fase 1 )
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S$  ( Kg ) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $CT$  .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale  $f_s$  viene computata 20 cm sopra la punta .

## CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N  $\approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t}$

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N  $\approx 100 \text{ t}$

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1.000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$

1 kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ MPa}$

1 t = 1000 kg  $\approx 10 \text{ kN}$



# LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

**Valutazioni in base al rapporto:  $F = (q_c / f_s)$**

**Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977**

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $q_c$  e di  $FR = (f_s / q_c) \%$  :**

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

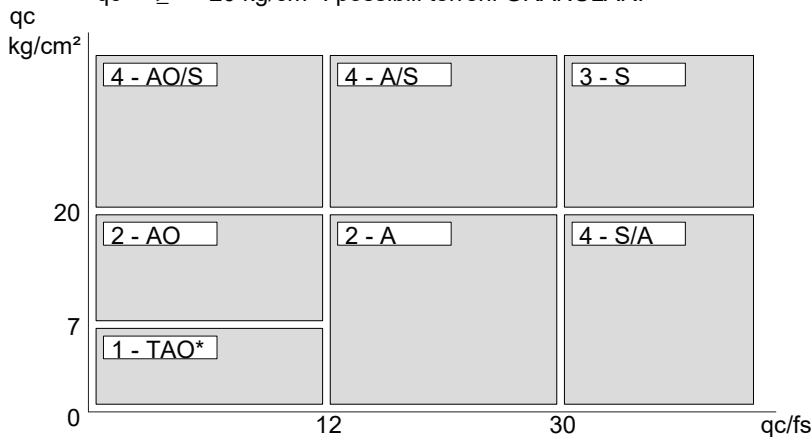
- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

# LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $q_c / f_s$  (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$q_c \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI  
 $q_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI

anche se  $(q_c / f_s) > 30$   
 anche se  $(q_c / f_s) < 30$



NATURA LITOLOGICA

1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIM.  
 2 - COESIVA IN GENERE  
 3 - GRANULARE  
 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $q_c$  - natura ]  
( Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $q_c$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $l_p$   $l_p$ = ind.plast.]  
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni : E' -  $q_c$  ]  
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente )  
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $q_c$  - natura ]  
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)  
[ correlazioni : Dr - Rp -  $\sigma'_{vo}$  (Schmertmann 1976 ) ]
- $\emptyset'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\emptyset'$  - Dr -  $q_c \sigma'_{vo}$  )  
 $\emptyset'_{Ca}$  - Caquot (1948)  $\emptyset'_{Ko}$  - Koppejan (1948)  
 $\emptyset'_{DB}$  - De Beer (1965)  $\emptyset'_{Sc}$  - Schmertmann (1978)  
 $\emptyset'_{DM}$  - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.)  $\emptyset'_{Me}$  - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
( g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : ( $A_{max}/g$ ) - Dr ]
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche ( Yoshida Motonori 1988 )

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	riferimento	<b>121122a</b>
	certificato n°	442/12

Committente: <b>GOLF IMMOBILIARE S.R.L.</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data eseg.: 22/11/2012
Cantiere: <b>121122a</b>	Pagina: 1	Data certificato: 26/11/2012
Località: <b>Capannoli</b>	Elaborato:	Falda: <b>Foro chiuso</b>

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0,20	0,0	0	0	0,00	0,33	0									
0,40	10,0	15	0	10,00	0,53	19	5,3								
0,60	15,0	23	0	15,00	1,07	14	7,1								
0,80	20,0	36	0	20,00	1,73	12	8,7								
<b>1,00</b>	20,0	46	0	20,00	1,93	10	9,7								
1,20	23,0	52	0	23,00	1,47	16	6,4								
1,40	16,0	38	0	16,00	1,20	13	7,5								
1,60	32,0	50	0	32,00	1,20	27	3,8								
1,80	18,0	36	0	18,00	1,00	18	5,6								
<b>2,00</b>	25,0	40	0	25,00	2,07	12	8,3								
2,20	36,0	67	0	36,00	2,47	15	6,9								
2,40	23,0	60	0	23,00	1,53	15	6,7								
2,60	38,0	61	0	38,00	1,67	23	4,4								
2,80	25,0	50	0	25,00	1,47	17	5,9								
<b>3,00</b>	20,0	42	0	20,00	1,13	18	5,7								
3,20	19,0	36	0	19,00	0,80	24	4,2								
3,40	20,0	32	0	20,00	1,13	18	5,7								
3,60	17,0	34	0	17,00	0,80	21	4,7								
3,80	13,0	25	0	13,00	0,67	19	5,2								
<b>4,00</b>	12,0	22	0	12,00	0,47	26	3,9								
4,20	17,0	24	0	17,00	1,20	14	7,1								
4,40	18,0	36	0	18,00	1,13	16	6,3								
4,60	17,0	34	0	17,00	0,73	23	4,3								
4,80	15,0	26	0	15,00	0,80	19	5,3								
<b>5,00</b>	17,0	29	0	17,00	1,13	15	6,6								
5,20	22,0	39	0	22,00	0,80	28	3,6								
5,40	19,0	31	0	19,00	0,93	20	4,9								
5,60	21,0	35	0	21,00	0,67	31	3,2								
5,80	11,0	21	0	11,00	0,53	21	4,8								
<b>6,00</b>	8,0	16	0	8,00	0,27	30	3,4								
6,20	7,0	11	0	7,00	0,33	21	4,7								
6,40	7,0	12	0	7,00	0,27	26	3,9								
6,60	10,0	14	0	10,00	0,47	21	4,7								
6,80	13,0	20	0	13,00	0,53	25	4,1								
<b>7,00</b>	17,0	25	0	17,00	1,00	17	5,9								
7,20	16,0	31	0	16,00	1,00	16	6,3								
7,40	19,0	34	0	19,00	1,13	17	5,9								
7,60	18,0	35	0	18,00	0,73	25	4,1								
7,80	14,0	25	0	14,00	0,67	21	4,8								
<b>8,00</b>	18,0	28	0	18,00	0,93	19	5,2								
8,20	15,0	29	0	15,00	0,80	19	5,3								
8,40	14,0	26	0	14,00	0,53	26	3,8								
8,60	11,0	19	0	11,00	0,27	41	2,5								
8,80	24,0	28	0	24,00	0,47	51	2,0								
<b>9,00</b>	10,0	17	0	10,00	0,40	25	4,0								
9,20	11,0	17	0	11,00	0,47	23	4,3								
9,40	13,0	20	0	13,00	0,80	16	6,2								
9,60	8,0	20	0	8,00	0,40	20	5,0								
9,80	9,0	16	0	9,00	0,44	20	4,9								
<b>10,00</b>	11,0	20	0	11,00	0,60	18	5,5								
10,20	80,0	114	0	80,00	1,60	50	2,0								
10,40	80,0	104	0	80,00	3,93	20	4,9								
10,60	81,0	140	0	81,00	3,53	23	4,4								
10,80	60,0	113	0	60,00	2,20	27	3,7								
<b>11,00</b>	52,0	85	0	52,00	1,13	46	2,2								
11,20	33,0	50	0	33,00	1,13	29	3,4								
11,40	33,0	50	0	33,00	0,67	49	2,0								
11,60	38,0	63	0	38,00	1,67	23	4,4								
11,80	15,0	25	0	15,00	0,65	23	4,3								
<b>12,00</b>	70,0	92	0	70,00	1,43	49	2,0								
12,20	55,0	62	0	55,00	3,40	16	6,2								
12,40	69,0	120	0	69,00	3,33	21	4,8								
12,60	260,0	310	0	260,00	6,73	39	2,6								
12,80	49,0	150	0	49,00	2,73	18	5,6								
<b>13,00</b>	29,0	70	0	29,00	1,53	19	5,3								
13,20	25,0	48	0	25,00	0,80	31	3,2								
13,40	24,0	36	0	24,00	1,67	14	7,0								
13,60	45,0	70	0	45,00	1,33	34	3,0								
13,80	500,0	574	0	500,00	4,96	101	1,0								

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta  
 fs = resistenza laterale calcolata  
 0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA

**CPT**

**1**

riferimento

**121122a**

certificato n°

442/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

Cantiere: **121122a**

Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:75**

Pagina: **1**

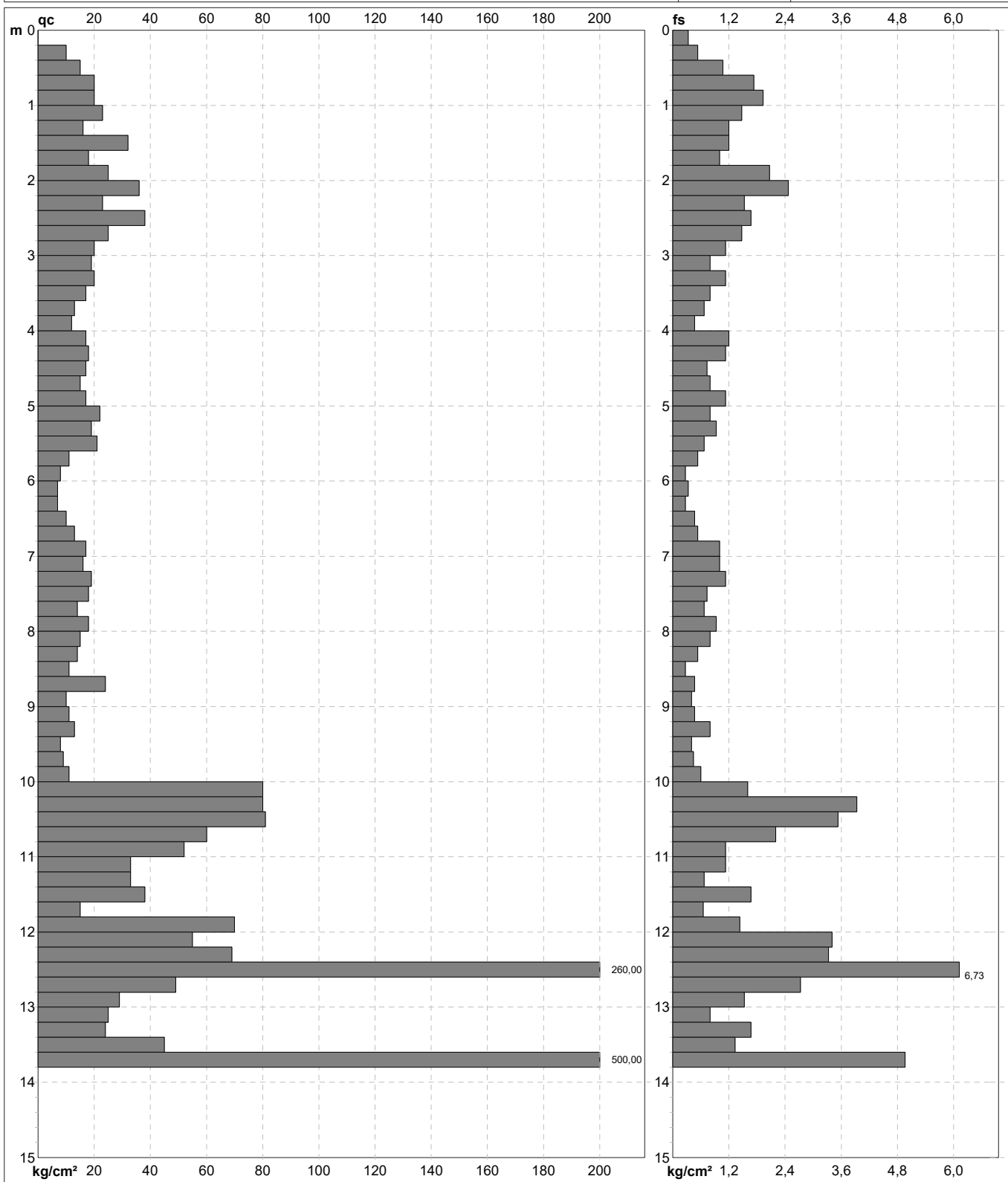
Elaborato:

Data esec.: 22/11/2012

Data certificato: 26/11/2012

Quota inizio:

Falda: Foro chiuso



Penetrometro: TG63-200  
 Responsabile: Geol. Jacopo Martini  
 Assistente:

Preforo: m  
 Corr.astine: kg/ml  
 Cod. punta:

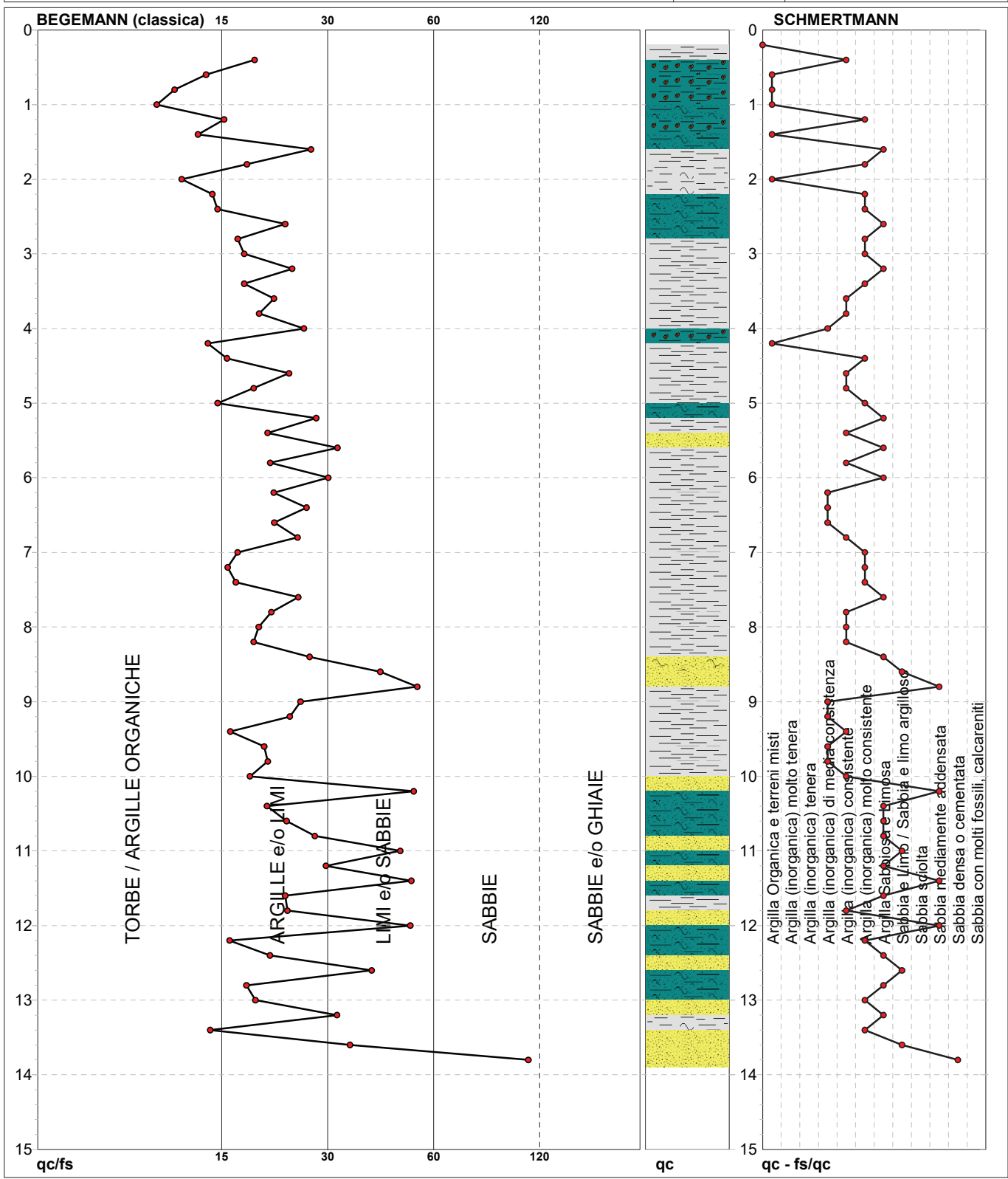
# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

<b>CPT</b>	<b>1</b>
riferimento	<b>121122a</b>
certificato n°	442/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**  
 Cantiere: **121122a**  
 Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data eseg.: 22/11/2012  
 Scala: **1:75**        Data certificato: 26/11/2012  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:            Falda: **Foro chiuso**



Torbe / Argille org. :	15 punti, 20,27%	Argilla Organica e terreni misti:	6 punti, 8,11%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	16 punti, 21,62%
Argille e/o Limi :	49 punti, 66,22%	Argilla (inorganica) media consist.:	8 punti, 10,81%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	4 punti, 5,41%
Limi e/o Sabbie :	10 punti, 13,51%	Argilla (inorganica) consistente:	14 punti, 18,92%	Sabbia mediamente addensata:	4 punti, 5,41%
Sabbie:	1 punti, 1,35%	Argilla (inorganica) molto consist.:	15 punti, 20,27%	Sabbia densa o cementata:	1 punti, 1,35%





# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA

**CPT**

**2**

riferimento

**121122a**

certificato n°

443/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

Cantiere: **121122a**

Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:75**

Pagina: **1**

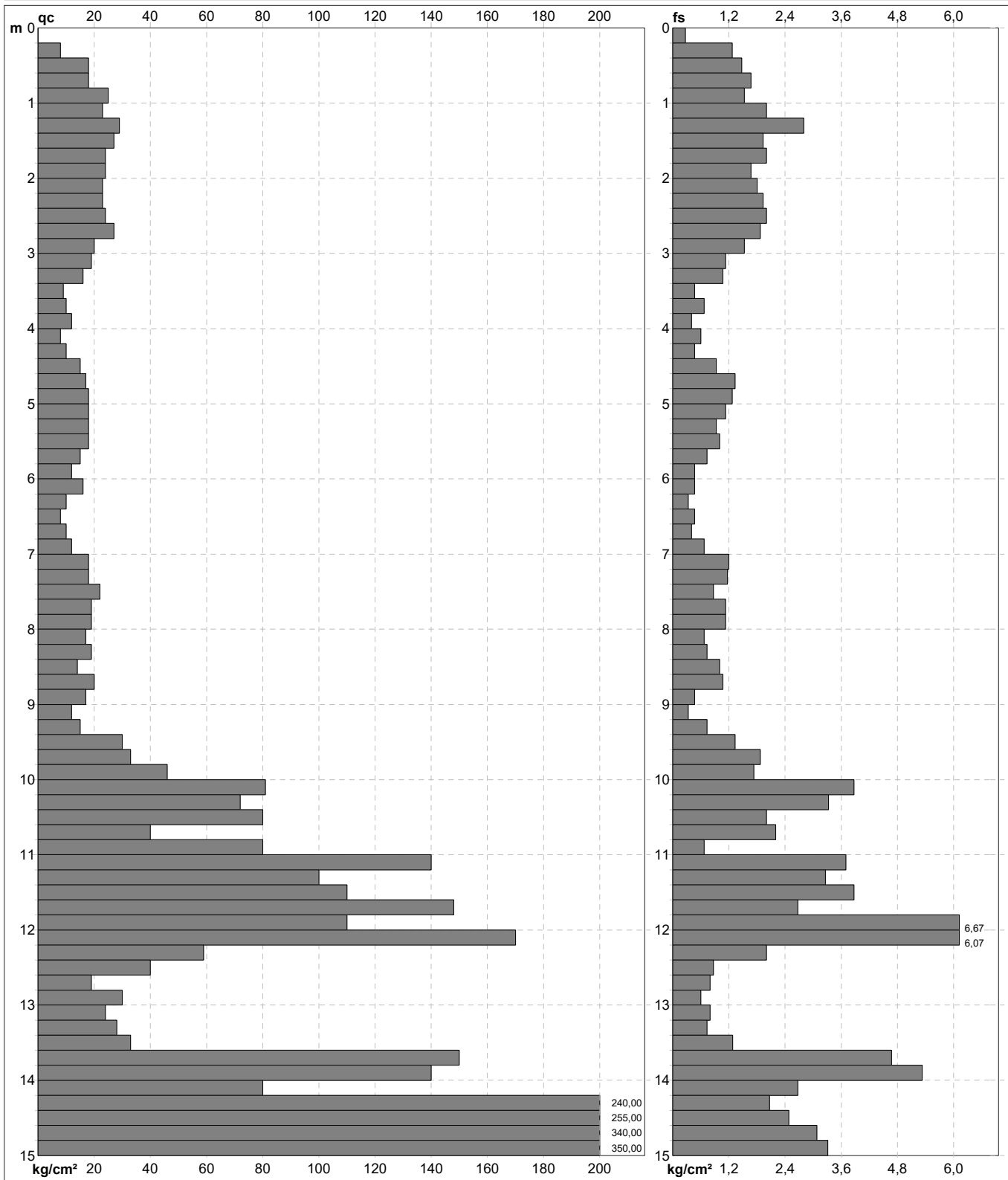
Elaborato:

Data esec.: **22/11/2012**

Data certificato: **26/11/2012**

Quota inizio:

Falda: **Foro chiuso**



Penetrometro: **TG63-200**  
 Responsabile: **Geol. Jacopo Martini**  
 Assistente:

Preforo: **m**  
 Corr.astine: **kg/ml**  
 Cod. punta:



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

**2**

riferimento

**121122a**

certificato n°

443/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

Cantiere: **121122a**

Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:75**

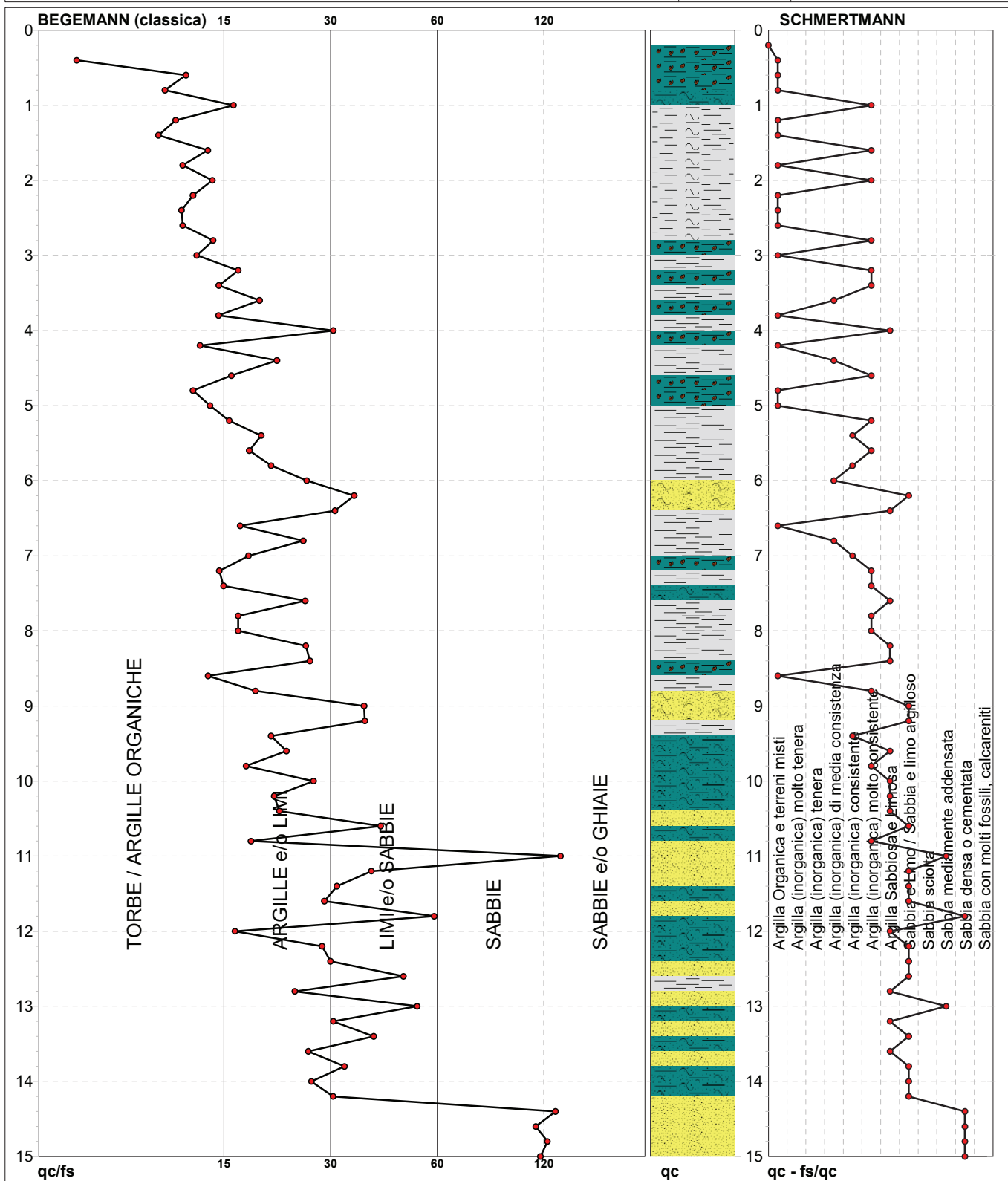
Pagina: **1**

Elaborato:

Data eseg.: **22/11/2012**

Data certificato: **26/11/2012**

Falda: **Foro chiuso**



Torbe / Argille org. :	21 punti, 28,38%	Argilla Organica e terreni misti:	16 punti, 21,62%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	13 punti, 17,57%
Argille e/o Limi :	37 punti, 50,00%	Argilla (inorganica) media consist.:	4 punti, 5,41%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	14 punti, 18,92%
Limi e/o Sabbie :	12 punti, 16,22%	Argilla (inorganica) consistente:	4 punti, 5,41%	Sabbia mediamente addensata:	2 punti, 2,70%
Sabbie:	5 punti, 6,76%	Argilla (inorganica) molto consist.:	16 punti, 21,62%	Sabbia densa o cementata:	5 punti, 6,76%





# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA

**CPT**

**3**

riferimento

**121122a**

certificato n°

444/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

Cantiere: **121122a**

Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:75**

Pagina: **1**

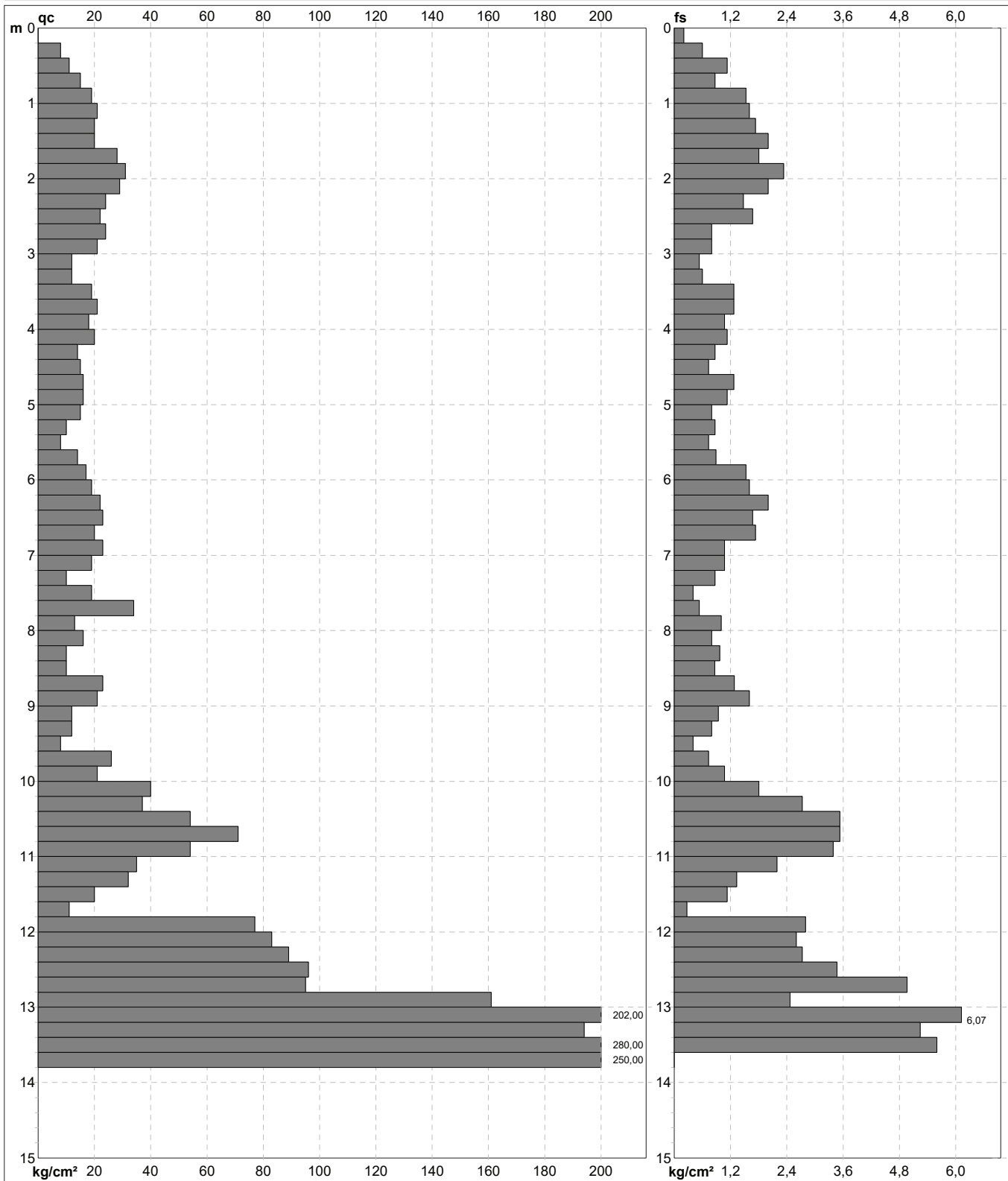
Elaborato:

Data esec.: **22/11/2012**

Data certificato: **26/11/2012**

Quota inizio:

Falda:



Penetrometro: **TG63-200**  
 Responsabile: **Geol. Jacopo Martini**  
 Assistente:

Preforo: **m**  
 Corr.astine: **kg/ml**  
 Cod. punta:

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

**3**

riferimento

**121122a**

certificato n°

444/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

Cantiere: **121122a**

Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:75**

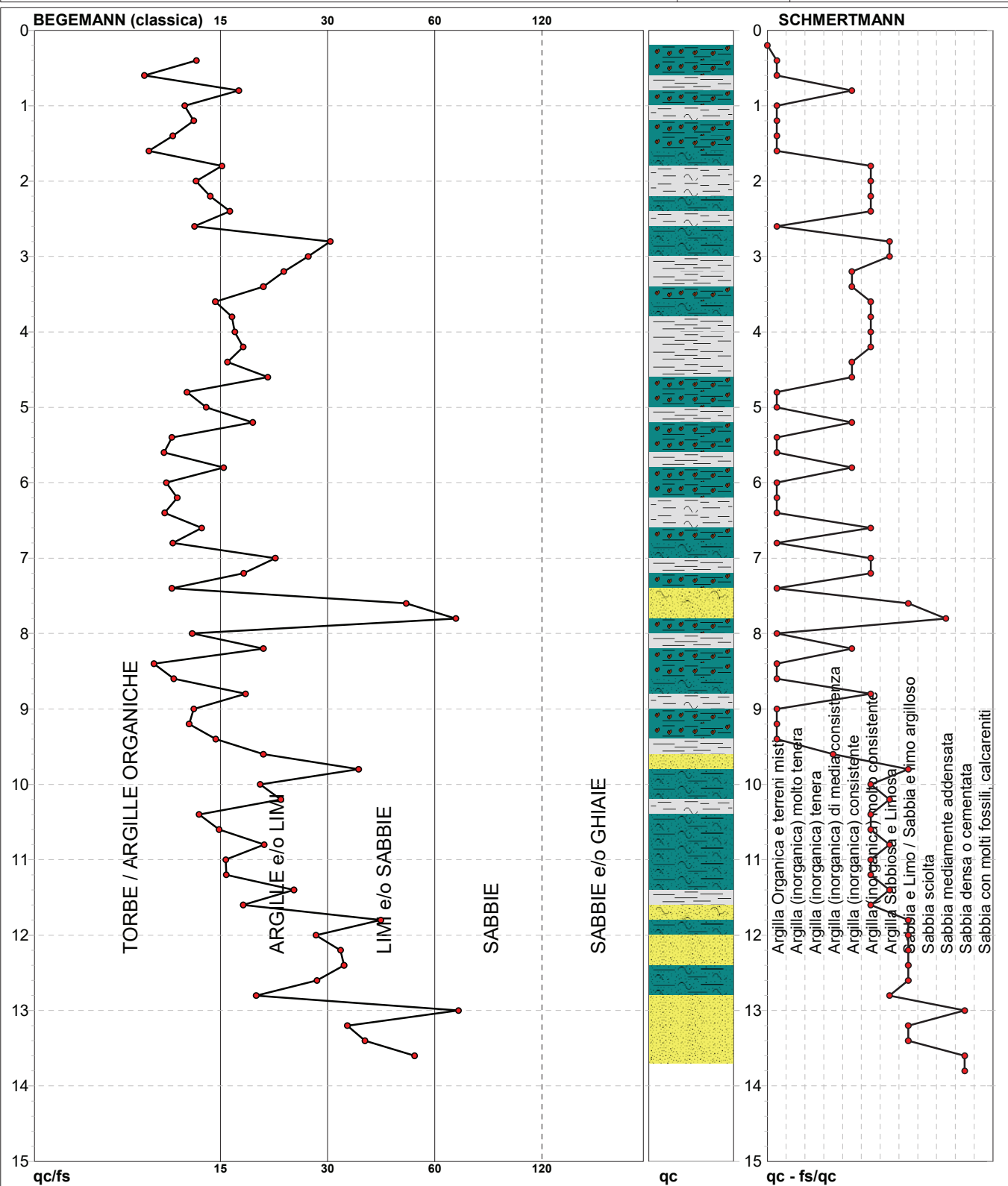
Pagina: **1**

Elaborato:

Data eseg.: **22/11/2012**

Data certificato: **26/11/2012**

Falda:



Torbe / Argille org. :	35 punti, 47,30%	Argilla Organica e terreni misti:	22 punti, 29,73%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	6 punti, 8,11%
Argille e/o Limi :	30 punti, 40,54%	Argilla (inorganica) media consist.:	1 punti, 1,35%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	9 punti, 12,16%
Limi e/o Sabbie :	8 punti, 10,81%	Argilla (inorganica) consistente:	8 punti, 10,81%	Sabbia mediamente addensata:	1 punti, 1,35%
Sabbie:	2 punti, 2,70%	Argilla (inorganica) molto consist.:	18 punti, 24,32%	Sabbia densa o cementata:	2 punti, 2,70%



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>4</b>
	riferimento	<b>121122a</b>
	certificato n°	445/12

Committente: <b>GOLF IMMOBILIARE S.R.L.</b>	U.M.: <b>kg/cm²</b>	Data exec.: 22/11/2012
Cantiere: <b>121122a</b>	Pagina: 1	Data certificato: 26/11/2012
Località: <b>Capannoli</b>	Elaborato:	Falda: <b>Foro chiuso</b>

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%	m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%
0,20	0,0	0	0	0,00	0,40	0									
0,40	12,0	18	0	12,00	0,53	23	4,4								
0,60	16,0	24	0	16,00	0,93	17	5,8								
0,80	19,0	33	0	19,00	1,47	13	7,7								
1,00	22,0	44	0	22,00	1,80	12	8,2								
1,20	23,0	50	0	23,00	1,33	17	5,8								
1,40	32,0	52	0	32,00	1,27	25	4,0								
1,60	20,0	39	0	20,00	1,20	17	6,0								
1,80	24,0	42	0	24,00	1,47	16	6,1								
2,00	24,0	46	0	24,00	1,60	15	6,7								
2,20	24,0	48	0	24,00	1,67	14	7,0								
2,40	25,0	50	0	25,00	1,47	17	5,9								
2,60	20,0	42	0	20,00	1,00	20	5,0								
2,80	20,0	35	0	20,00	1,40	14	7,0								
3,00	22,0	43	0	22,00	1,67	13	7,6								
3,20	25,0	50	0	25,00	0,80	31	3,2								
3,40	22,0	34	0	22,00	1,20	18	5,5								
3,60	16,0	34	0	16,00	0,67	24	4,2								
3,80	14,0	24	0	14,00	0,80	18	5,7								
4,00	13,0	25	0	13,00	0,67	19	5,2								
4,20	12,0	22	0	12,00	0,60	20	5,0								
4,40	19,0	28	0	19,00	1,27	15	6,7								
4,60	21,0	40	0	21,00	1,13	19	5,4								
4,80	18,0	35	0	18,00	0,67	27	3,7								
5,00	16,0	26	0	16,00	0,73	22	4,6								
5,20	17,0	28	0	17,00	1,13	15	6,6								
5,40	15,0	32	0	15,00	0,73	21	4,9								
5,60	12,0	23	0	12,00	0,60	20	5,0								
5,80	8,0	17	0	8,00	0,33	24	4,1								
6,00	7,0	12	0	7,00	0,33	21	4,7								
6,20	7,0	13	0	7,00	0,42	17	6,0								
6,40	10,0	21	0	10,00	0,76	13	7,6								
6,60	15,0	32	0	15,00	1,27	12	8,5								
6,80	14,0	33	0	14,00	1,07	13	7,6								
7,00	18,0	34	0	18,00	1,33	14	7,4								
7,20	20,0	40	0	20,00	1,53	13	7,7								
7,40	22,0	45	0	22,00	1,80	12	8,2								
7,60	23,0	50	0	23,00	1,67	14	7,3								
7,80	20,0	34	0	20,00	0,97	21	4,9								
8,00	17,0	25	0	17,00	1,07	16	6,3								
8,20	16,0	32	0	16,00	1,00	16	6,3								
8,40	20,0	35	0	20,00	1,07	19	5,4								
8,60	18,0	34	0	18,00	1,07	17	5,9								
8,80	18,0	34	0	18,00	0,87	21	4,8								
9,00	15,0	28	0	15,00	0,67	22	4,5								
9,20	18,0	28	0	18,00	0,93	19	5,2								
9,40	15,0	27	0	15,00	0,81	19	5,4								
9,60	12,0	33	0	12,00	0,67	18	5,6								
9,80	10,0	20	0	10,00	0,47	21	4,7								
10,00	11,0	18	0	11,00	0,47	23	4,3								
10,20	13,0	23	0	13,00	0,68	19	5,2								
10,40	12,0	23	0	12,00	0,70	17	5,8								
10,60	75,0	105	0	75,00	1,98	38	2,6								
10,80	80,0	115	0	80,00	2,33	34	2,9								
11,00	55,0	90	0	55,00	1,13	49	2,1								
11,20	35,0	52	0	35,00	1,20	29	3,4								
11,40	34,0	52	0	34,00	0,80	43	2,4								
11,60	40,0	52	0	40,00	1,33	30	3,3								
11,80	20,0	36	0	20,00	1,10	18	5,5								
12,00	80,0	126	0	80,00	2,80	29	3,5								
12,20	85,0	127	0	85,00	3,33	26	3,9								
12,40	70,0	120	0	70,00	2,80	25	4,0								
12,60	100,0	142	0	100,00	2,67	37	2,7								
12,80	105,0	145	0	105,00	2,80	38	2,7								
13,00	200,0	242	0	200,00	3,67	54	1,8								
13,20	250,0	305	0	250,00	5,67	44	2,3								
13,40	270,0	355	0	270,00	5,33	51	2,0								
13,60	262,0	309	0	262,00	3,13	84	1,2								
13,80	500,0	570	0	500,00	4,70	106	0,9								

H = profondità	qc = resistenza di punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale calcolata
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	0.20 m sopra quota qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT =10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA

**CPT**

**4**

riferimento

**121122a**

certificato n°

445/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

Cantiere: **121122a**

Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:75**

Pagina: **1**

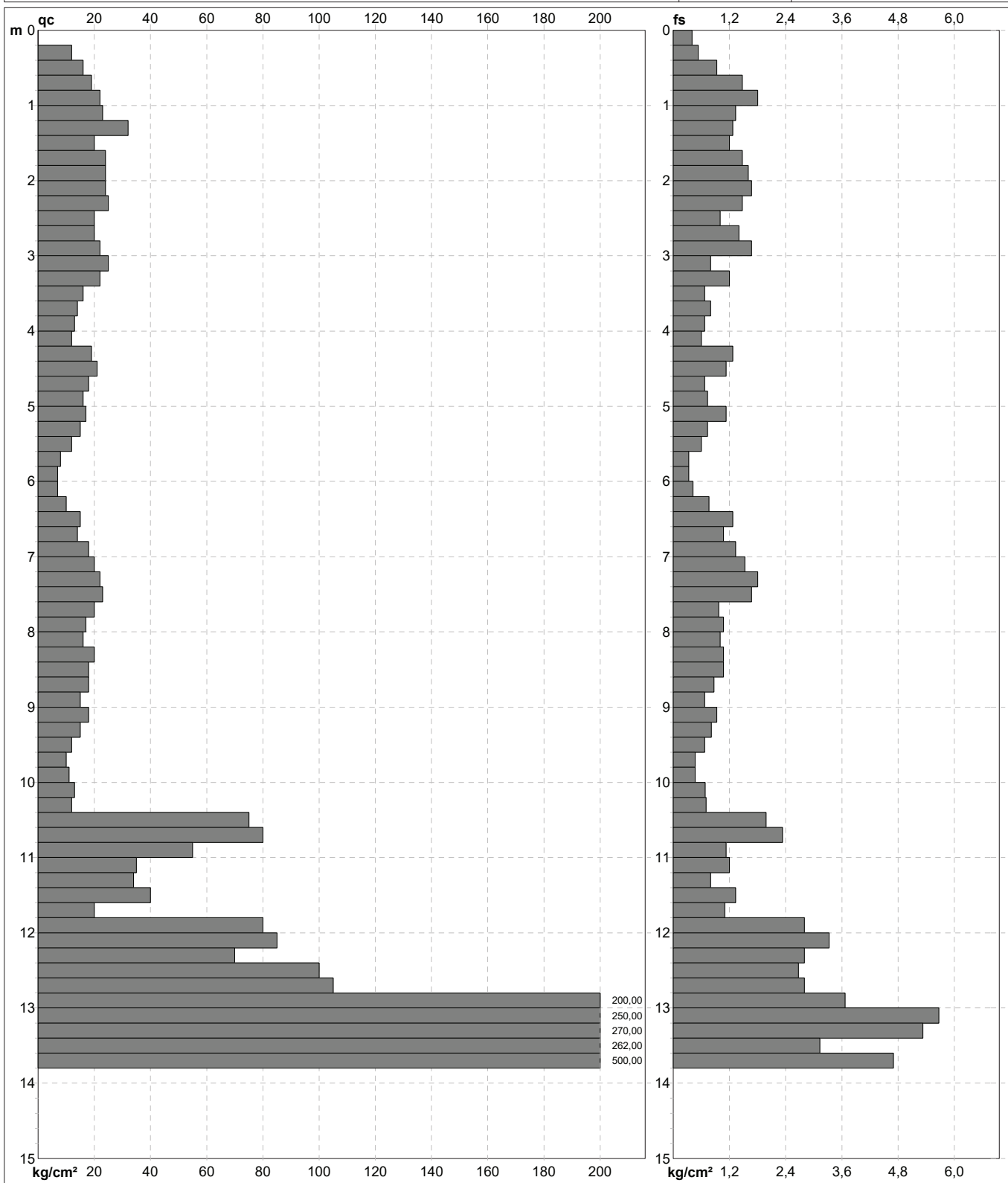
Elaborato:

Data esec.: **22/11/2012**

Data certificato: **26/11/2012**

Quota inizio:

Falda: **Foro chiuso**



Penetrometro: **TG63-200**  
 Responsabile: **Geol. Jacopo Martini**  
 Assistente:

Preforo: **m**  
 Corr.astine: **kg/ml**  
 Cod. punta:



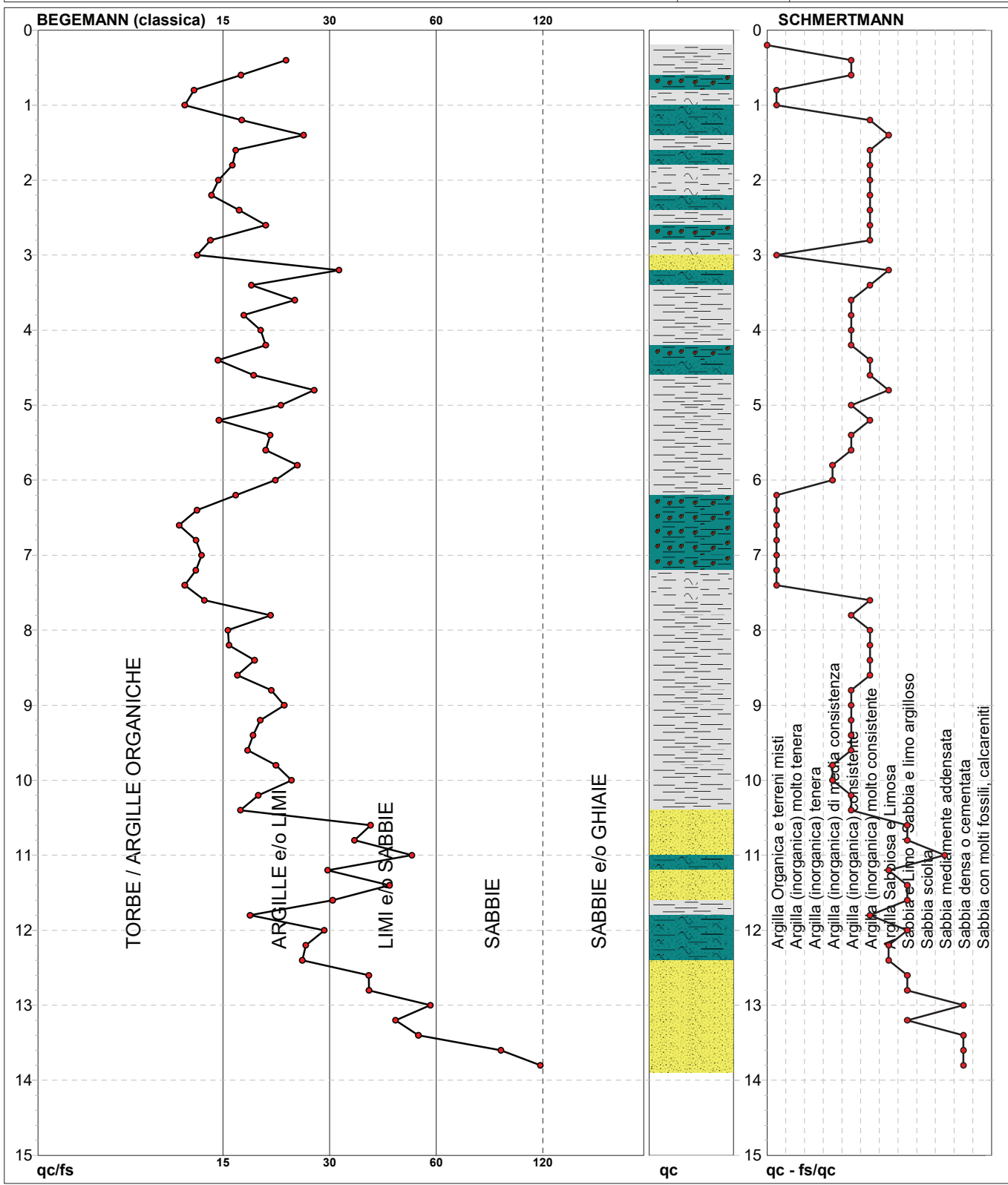
# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

<b>CPT</b>	<b>4</b>
riferimento	<b>121122a</b>
certificato n°	445/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**  
 Cantiere: **121122a**  
 Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data eseg.: 22/11/2012  
 Scala: **1:75**        Data certificato: 26/11/2012  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:            Falda: **Foro chiuso**



Torbe / Argille org. :	21 punti, 28,38%	Argilla Organica e terreni misti:	10 punti, 13,51%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	6 punti, 8,11%
Argille e/o Limi :	41 punti, 55,41%	Argilla (inorganica) media consist.:	4 punti, 5,41%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	8 punti, 10,81%
Limi e/o Sabbie :	11 punti, 14,86%	Argilla (inorganica) consistente:	17 punti, 22,97%	Sabbia mediamente addensata:	1 punto, 1,35%
Sabbie:	2 punti, 2,70%	Argilla (inorganica) molto consist.:	18 punti, 24,32%	Sabbia densa o cementata:	4 punti, 5,41%



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>5</b>
	riferimento	<b>121122a</b>
	certificato n°	446/12

Committente: <b>GOLF IMMOBILIARE S.R.L.</b>	U.M.: <b>kg/cm²</b>	Data exec.: 22/11/2012
Cantiere: <b>121122a</b>	Pagina: 1	Data certificato: 26/11/2012
Località: <b>Capannoli</b>	Elaborato:	Falda: Foro chiuso

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%	m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%
0,20	0,0	0	0	0,00	0,47	0									
0,40	10,0	17	0	10,00	0,67	15	6,7								
0,60	12,0	22	0	12,00	0,93	13	7,8								
0,80	10,0	24	0	10,00	0,87	11	8,7								
<b>1,00</b>	32,0	45	0	32,00	1,40	23	4,4								
1,20	20,0	41	0	20,00	1,87	11	9,4								
1,40	20,0	48	0	20,00	2,20	9	11,0								
1,60	22,0	55	0	22,00	1,40	16	6,4								
1,80	17,0	38	0	17,00	1,27	13	7,5								
<b>2,00</b>	16,0	35	0	16,00	0,73	22	4,6								
2,20	13,0	24	0	13,00	0,93	14	7,2								
2,40	18,0	32	0	18,00	1,33	14	7,4								
2,60	23,0	43	0	23,00	1,33	17	5,8								
2,80	22,0	42	0	22,00	1,27	17	5,8								
<b>3,00</b>	21,0	40	0	21,00	1,20	18	5,7								
3,20	17,0	35	0	17,00	0,80	21	4,7								
3,40	12,0	24	0	12,00	0,33	36	2,8								
3,60	16,0	21	0	16,00	0,60	27	3,8								
3,80	14,0	23	0	14,00	0,73	19	5,2								
<b>4,00</b>	11,0	22	0	11,00	0,93	12	8,5								
4,20	18,0	32	0	18,00	0,87	21	4,8								
4,40	14,0	27	0	14,00	0,53	26	3,8								
4,60	14,0	22	0	14,00	0,73	19	5,2								
4,80	13,0	24	0	13,00	0,87	15	6,7								
<b>5,00</b>	15,0	28	0	15,00	1,33	11	8,9								
5,20	20,0	40	0	20,00	1,47	14	7,4								
5,40	16,0	38	0	16,00	1,00	16	6,3								
5,60	13,0	28	0	13,00	0,60	22	4,6								
5,80	21,0	30	0	21,00	1,00	21	4,8								
<b>6,00</b>	17,0	32	0	17,00	1,27	13	7,5								
6,20	19,0	38	0	19,00	1,47	13	7,7								
6,40	21,0	43	0	21,00	1,40	15	6,7								
6,60	17,0	38	0	17,00	1,07	16	6,3								
6,80	17,0	33	0	17,00	1,13	15	6,6								
<b>7,00</b>	14,0	31	0	14,00	1,00	14	7,1								
7,20	10,0	25	0	10,00	0,53	19	5,3								
7,40	9,0	17	0	9,00	0,40	23	4,4								
7,60	6,0	11	0	6,00	0,31	19	5,2								
7,80	6,0	12	0	6,00	0,33	18	5,5								
<b>8,00</b>	7,0	12	0	7,00	0,27	26	3,9								
8,20	11,0	15	0	11,00	0,73	15	6,6								
8,40	16,0	27	0	16,00	0,87	18	5,4								
8,60	25,0	38	0	25,00	0,53	47	2,1								
8,80	13,0	21	0	13,00	0,80	16	6,2								
<b>9,00</b>	15,0	27	0	15,00	1,13	13	7,5								
9,20	18,0	35	0	18,00	0,53	34	2,9								
9,40	19,0	27	0	19,00	1,53	12	8,1								
9,60	21,0	44	0	21,00	1,13	19	5,4								
9,80	23,0	40	0	23,00	0,80	29	3,5								
<b>10,00</b>	12,0	24	0	12,00	0,53	23	4,4								
10,20	8,0	15	0	8,00	0,50	16	6,3								
10,40	20,0	35	0	20,00	1,00	20	5,0								
10,60	25,0	40	0	25,00	0,53	47	2,1								
10,80	26,0	34	0	26,00	1,87	14	7,2								
<b>11,00</b>	46,0	74	0	46,00	1,47	31	3,2								
11,20	64,0	86	0	64,00	4,40	15	6,9								
11,40	72,0	138	0	72,00	2,07	35	2,9								
11,60	86,0	117	0	86,00	3,60	24	4,2								
11,80	35,0	89	0	35,00	0,87	40	2,5								
<b>12,00</b>	30,0	43	0	30,00	2,07	14	6,9								
12,20	85,0	134	0	85,00	3,23	26	3,8								
12,40	25,0	51	0	25,00	1,72	15	6,9								
12,60	105,0	166	0	105,00	4,04	26	3,8								
12,80	140,0	210	0	140,00	5,87	24	4,2								
<b>13,00</b>	145,0	233	0	145,00	5,47	27	3,8								
13,20	88,0	172	0	88,00	5,61	16	6,4								
13,40	165,0	259	0	165,00	5,33	31	3,2								
13,60	150,0	230	0	150,00	2,33	64	1,6								
13,80	205,0	292	0	205,00	5,82	35	2,8								
<b>14,00</b>	260,0	400	0	260,00	4,87	53	1,9								
14,20	255,0	282	0	255,00	1,83	139	0,7								
14,40	500,0	552	0	500,00	3,47	144	0,7								

H = profondità	qc = resistenza di punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale calcolata
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	0.20 m sopra quota qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA

**CPT**

**5**

riferimento

**121122a**

certificato n°

446/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

Cantiere: **121122a**

Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:75**

Pagina: **1**

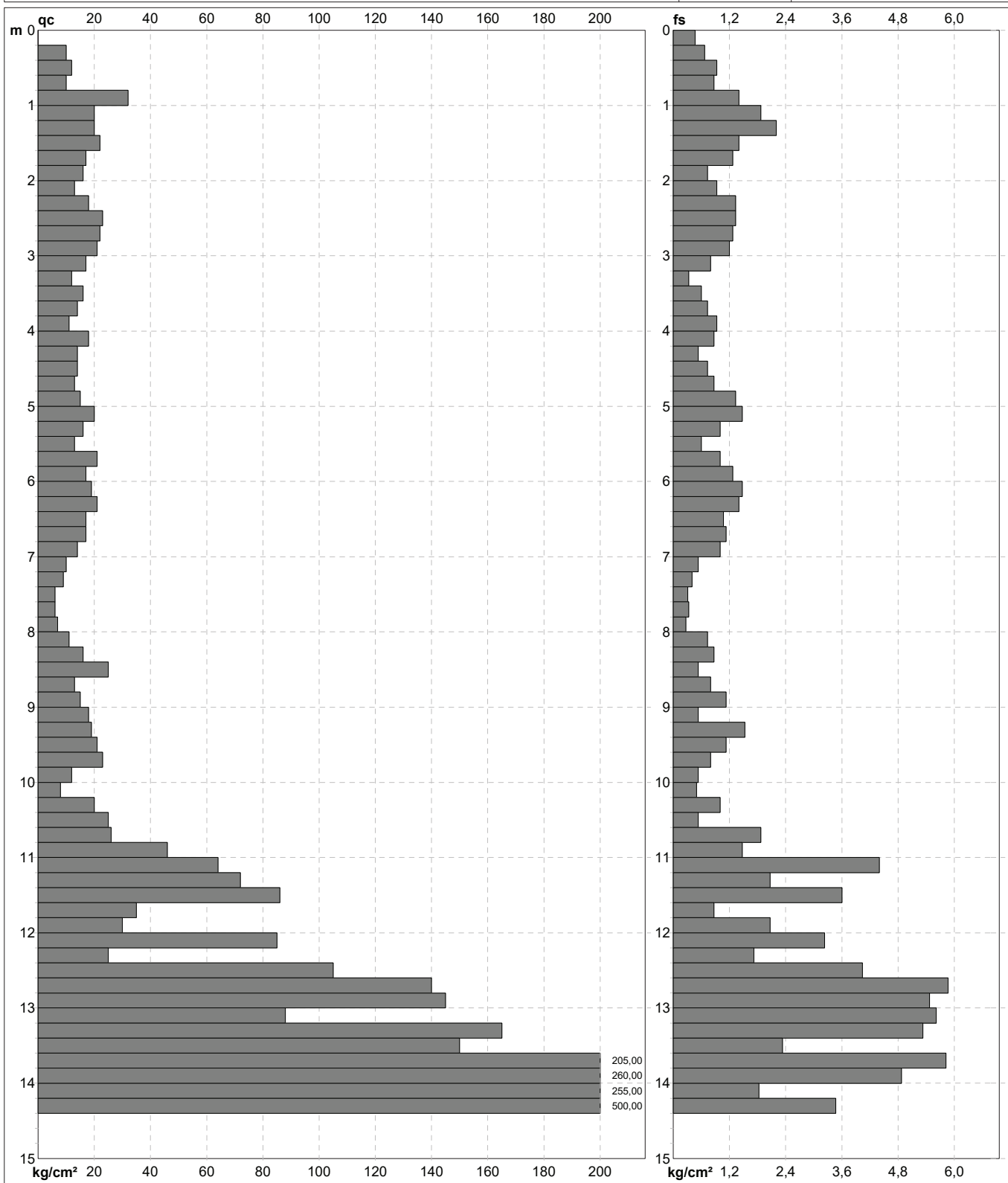
Elaborato:

Data esec.: **22/11/2012**

Data certificato: **26/11/2012**

Quota inizio:

Falda: **Foro chiuso**



Penetrometro: **TG63-200**  
 Responsabile: **Geol. Jacopo Martini**  
 Assistente:

Preforo: **m**  
 Corr.astine: **kg/ml**  
 Cod. punta:

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**
**5**

riferimento

**121122a**

certificato n°

446/12

 Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

 Cantiere: **121122a**

 Località: **Capannoli**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

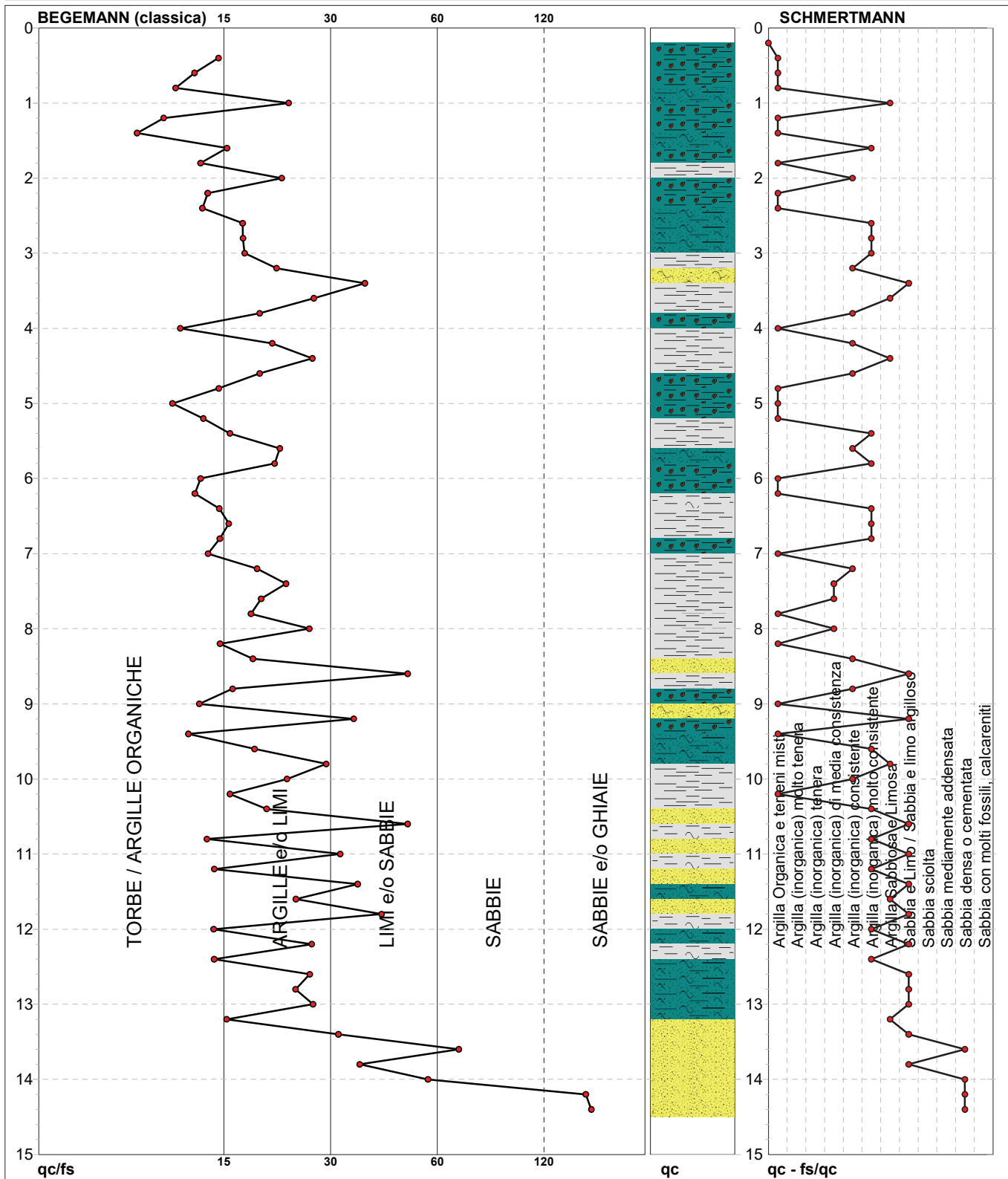
 Scala: **1:75**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Data eseg.: **22/11/2012**

 Data certificato: **26/11/2012**

 Falda: **Foro chiuso**


Torbe / Argille org. :	26 punti, 35,14%	Argilla Organica e terreni misti:	20 punti, 27,03%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	6 punti, 8,11%
Argille e/o Limi :	36 punti, 48,65%	Argilla (inorganica) media consist.:	3 punti, 4,05%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	13 punti, 17,57%
Limi e/o Sabbie :	10 punti, 13,51%	Argilla (inorganica) consistente:	10 punti, 13,51%	Sabbia densa o cementata:	4 punti, 5,41%
Sabbie:	1 punti, 1,35%	Argilla (inorganica) molto consist.:	15 punti, 20,27%		
Sabbie e/o Ghiaie :	2 punti, 2,70%				



<h1 style="margin:0;">PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</h1> <h2 style="margin:0;">LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</h2>	<b>CPT</b>	<b>6</b>
	riferimento	<b>121122a</b>
	certificato n°	447/12

Committente: <b>GOLF IMMOBILIARE S.R.L.</b>	U.M.: <b>kg/cm²</b>	Data esec.: 22/11/2012
Cantiere: <b>121122a</b>	Pagina: 1	Data certificato: 26/11/2012
Località: <b>Capannoli</b>	Elaborato:	Falda: <b>Foro chiuso</b>

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%	m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%
0,20	0,0	0	0	0,00	0,40	0									
0,40	12,0	18	0	12,00	0,53	23	4,4								
0,60	12,0	20	0	12,00	1,53	8	12,8								
0,80	32,0	55	0	32,00	1,87	17	5,8								
<b>1,00</b>	28,0	56	0	28,00	1,67	17	6,0								
1,20	20,0	45	0	20,00	1,53	13	7,7								
1,40	22,0	45	0	22,00	1,27	17	5,8								
1,60	20,0	39	0	20,00	1,00	20	5,0								
1,80	15,0	30	0	15,00	0,73	21	4,9								
<b>2,00</b>	14,0	25	0	14,00	1,00	14	7,1								
2,20	18,0	33	0	18,00	1,33	14	7,4								
2,40	23,0	43	0	23,00	1,67	14	7,3								
2,60	25,0	50	0	25,00	0,87	29	3,5								
2,80	22,0	37	0	22,00	1,02	22	4,6								
<b>3,00</b>	18,0	32	0	18,00	0,97	19	5,4								
3,20	12,0	23	0	12,00	0,76	16	6,3								
3,40	18,0	36	0	18,00	0,80	23	4,4								
3,60	20,0	32	0	20,00	1,20	17	6,0								
3,80	18,0	36	0	18,00	0,47	38	2,6								
<b>4,00</b>	15,0	22	0	15,00	0,53	28	3,5								
4,20	15,0	23	0	15,00	1,07	14	7,1								
4,40	14,0	30	0	14,00	0,87	16	6,2								
4,60	15,0	28	0	15,00	0,60	25	4,0								
4,80	16,0	25	0	16,00	0,80	20	5,0								
<b>5,00</b>	14,0	26	0	14,00	0,60	23	4,3								
5,20	14,0	23	0	14,00	0,60	23	4,3								
5,40	13,0	22	0	13,00	0,80	16	6,2								
5,60	16,0	28	0	16,00	1,00	16	6,3								
5,80	15,0	30	0	15,00	0,80	19	5,3								
<b>6,00</b>	20,0	32	0	20,00	0,93	22	4,7								
6,20	18,0	32	0	18,00	1,13	16	6,3								
6,40	19,0	36	0	19,00	1,33	14	7,0								
6,60	22,0	42	0	22,00	1,47	15	6,7								
6,80	22,0	44	0	22,00	1,60	14	7,3								
<b>7,00</b>	24,0	48	0	24,00	0,80	30	3,3								
7,20	10,0	22	0	10,00	0,53	19	5,3								
7,40	10,0	18	0	10,00	0,40	25	4,0								
7,60	10,0	16	0	10,00	0,47	21	4,7								
7,80	10,0	17	0	10,00	0,40	25	4,0								
<b>8,00</b>	7,0	13	0	7,00	0,40	18	5,7								
8,20	7,0	13	0	7,00	0,40	18	5,7								
8,40	8,0	14	0	8,00	0,27	30	3,4								
8,60	12,0	16	0	12,00	0,67	18	5,6								
8,80	15,0	25	0	15,00	0,80	19	5,3								
<b>9,00</b>	15,0	27	0	15,00	0,93	16	6,2								
9,20	18,0	32	0	18,00	0,80	23	4,4								
9,40	18,0	30	0	18,00	1,33	14	7,4								
9,60	20,0	40	0	20,00	1,27	16	6,4								
9,80	23,0	42	0	23,00	0,40	58	1,7								
<b>10,00</b>	26,0	32	0	26,00	0,80	33	3,1								
10,20	22,0	34	0	22,00	0,87	25	4,0								
10,40	25,0	38	0	25,00	0,60	42	2,4								
10,60	26,0	35	0	26,00	1,87	14	7,2								
10,80	50,0	78	0	50,00	1,67	30	3,3								
<b>11,00</b>	55,0	80	0	55,00	1,33	41	2,4								
11,20	65,0	85	0	65,00	3,67	18	5,6								
11,40	80,0	135	0	80,00	2,27	35	2,8								
11,60	88,0	122	0	88,00	2,33	38	2,6								
11,80	85,0	120	0	85,00	2,67	32	3,1								
<b>12,00</b>	40,0	80	0	40,00	1,33	30	3,3								
12,20	35,0	55	0	35,00	2,13	16	6,1								
12,40	90,0	122	0	90,00	4,80	19	5,3								
12,60	150,0	222	0	150,00	4,67	32	3,1								
12,80	140,0	210	0	140,00	6,00	23	4,3								
<b>13,00</b>	150,0	240	0	150,00	5,00	30	3,3								
13,20	100,0	175	0	100,00	5,67	18	5,7								
13,40	165,0	250	0	165,00	4,87	34	3,0								
13,60	160,0	233	0	160,00	8,00	20	5,0								
13,80	262,0	382	0	262,00	3,47	76	1,3								
<b>14,00</b>	270,0	314	0	270,00	2,92	92	1,1								
14,20	520,0	599	0	520,00	5,24	99	1,0								

H = profondità L1 = prima lettura (punta) L2 = seconda lettura (punta + laterale) Lt = terza lettura (totale) CT = 10,00 costante di trasformazione	qc = resistenza di punta fs = resistenza laterale calcolata 0.20 m sopra quota qc F = rapporto Begemann (qc / fs) Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100
---	---

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA

**CPT**

**6**

riferimento

**121122a**

certificato n°

447/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

Cantiere: **121122a**

Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:75**

Pagina: **1**

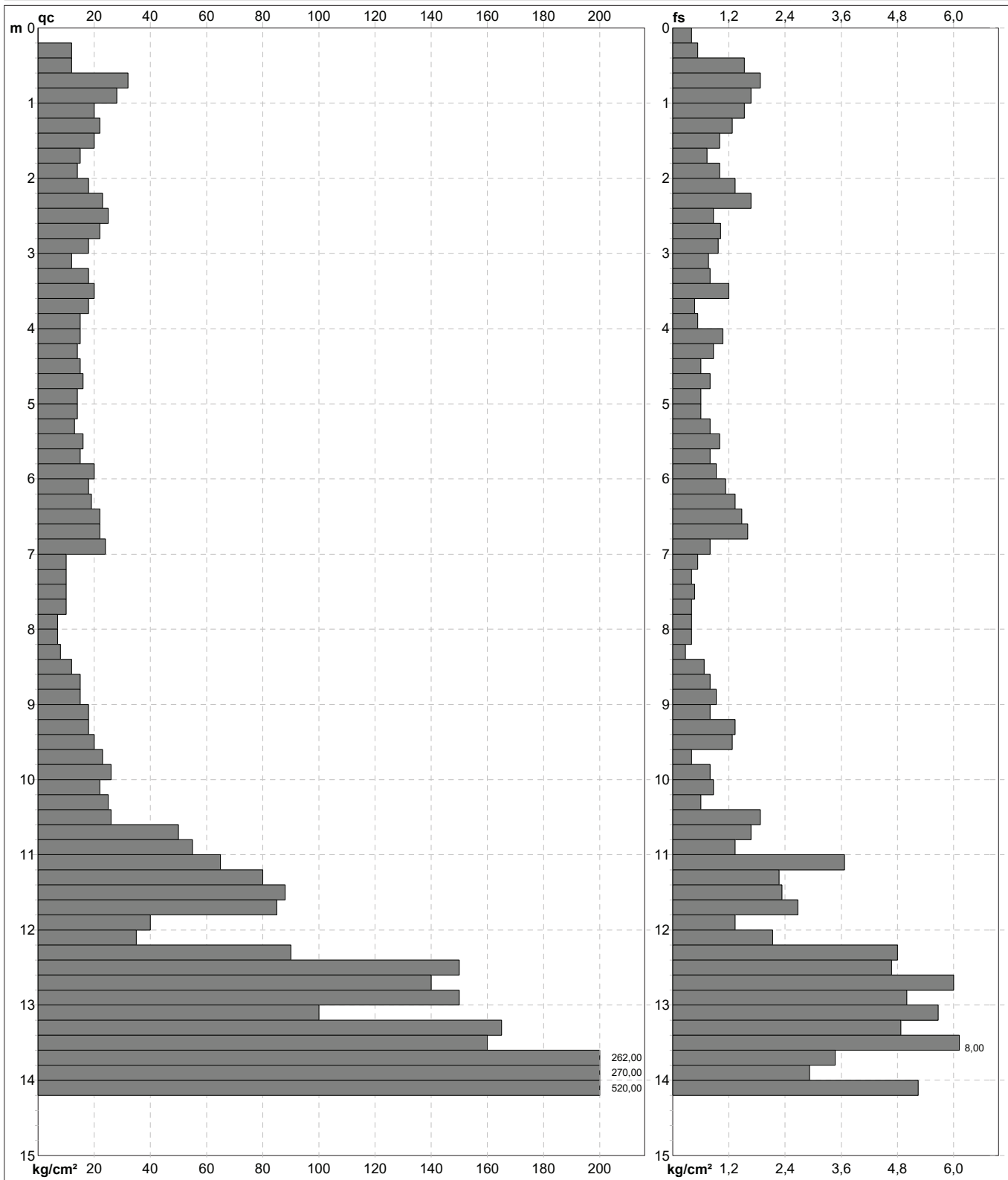
Elaborato:

Data esec.: **22/11/2012**

Data certificato: **26/11/2012**

Quota inizio:

Falda: **Foro chiuso**



Penetrometro: TG63-200  
 Responsabile: Geol. Jacopo Martini  
 Assistente:

Preforo: m  
 Corr.astine: kg/ml  
 Cod. punta:



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

**6**

riferimento

**121122a**

certificato n°

447/12

Committente: **GOLF IMMOBILIARE S.R.L.**

Cantiere: **121122a**

Località: **Capannoli**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:75**

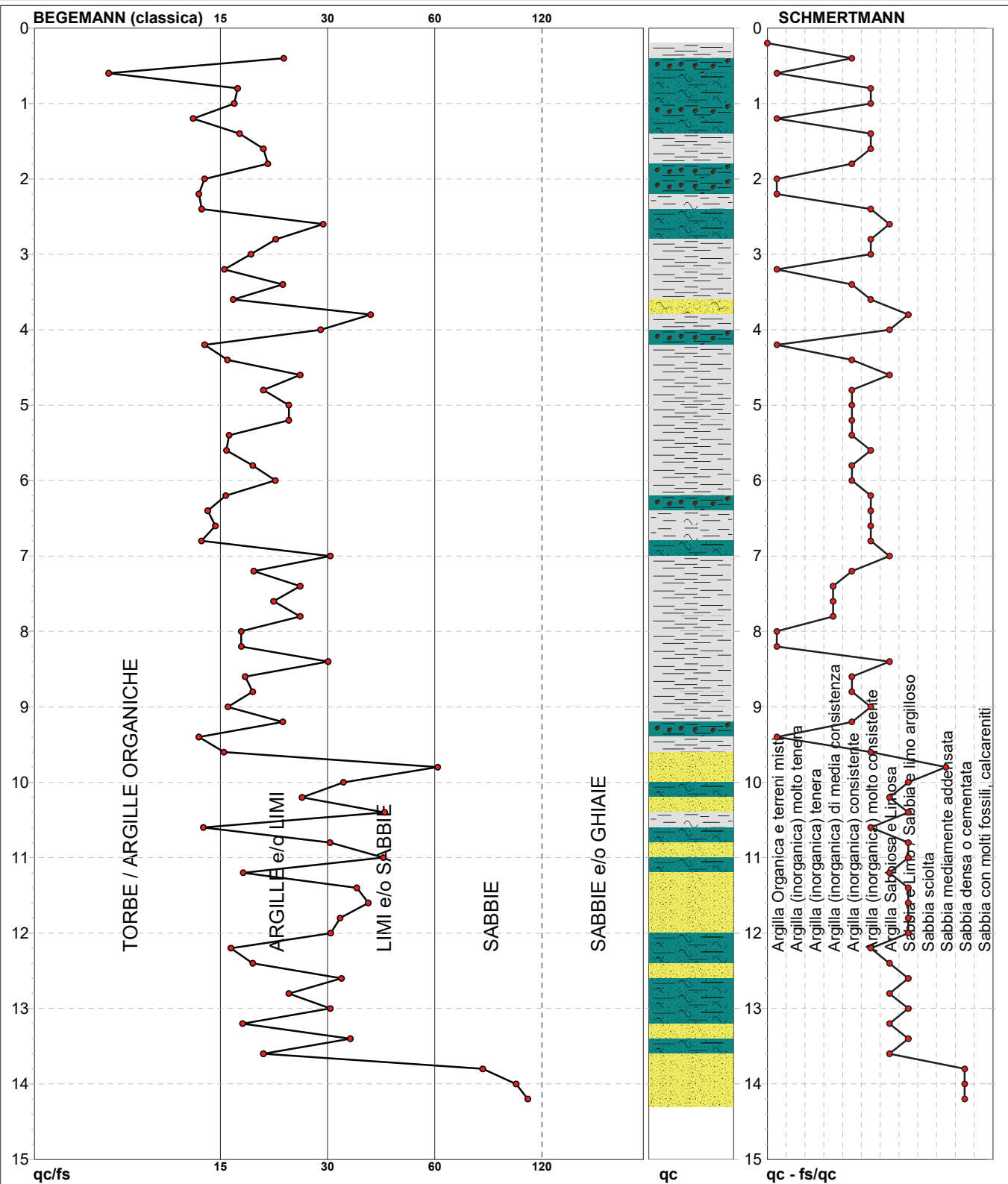
Pagina: **1**

Elaborato:

Data eseg.: **22/11/2012**

Data certificato: **26/11/2012**

Falda: **Foro chiuso**



Torbe / Argille org. :	16 punti, 21,62%	Argilla Organica e terreni misti:	9 punti, 12,16%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	11 punti, 14,86%
Argille e/o Limi :	45 punti, 60,81%	Argilla (inorganica) media consist.:	3 punti, 4,05%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	12 punti, 16,22%
Limi e/o Sabbie :	11 punti, 14,86%	Argilla (inorganica) consistente:	14 punti, 18,92%	Sabbia mediamente addensata:	1 punto, 1,35%
Sabbie:	3 punti, 4,05%	Argilla (inorganica) molto consist.:	17 punti, 22,97%	Sabbia densa o cementata:	3 punti, 4,05%





Azienda Certificata  
ISO 9001:2008 N. IT12/0149  
"Progettazione ed esecuzione di indagini geotecniche e  
geofisiche, ambientali, idrometriche"



## RELAZIONE TECNICA

Committente: Golf Immobiliare  
S.r.l.

Località: Capannoli

Data Indagine: 22/11/2012

Codice lavoro: 121122a

# INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P ED SH CON TECNICA TOMOGRAFICA

Dott. Jacopo Martini

**GAIA Servizi S.n.c.**

Via Lenin, 132 - 56017 San Giuliano  
Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

p. IVA 01667250508

Data elaborazione: 28/11/2012

**GAIA Servizi S.n.c.**  
di Massimiliano Vannozzi & C.  
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)  
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

## Sommario

PREMESSA.....	3
SISMICA A RIFRAZIONE - GENERALITA' .....	5
SISTEMA DI ACQUISIZIONE .....	6
ELABORAZIONE DEI DATI .....	7
ANALISI DEI RISULTATI DELLA TOMOGRAFIA SISMICA.....	9
CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (D.M. 14/01/2008).....	9

## PREMESSA

Per incarico della Golf Immobiliare S.r.l., sono state eseguite indagini geofisiche in Località Capannoli

Tali indagini sono finalizzate alla ricostruzione della distribuzione e dell'andamento delle velocità sismiche nel sottosuolo, per determinare le principali caratteristiche sismo-stratigrafiche ed elastiche dei terreni.

La tecnica geofisica utilizzata è stata la Sismica a Rifrazione a mezzo di onde P ed SH con tecnica Tomografica.



Figura 1: Stendimento sismico TOMO1

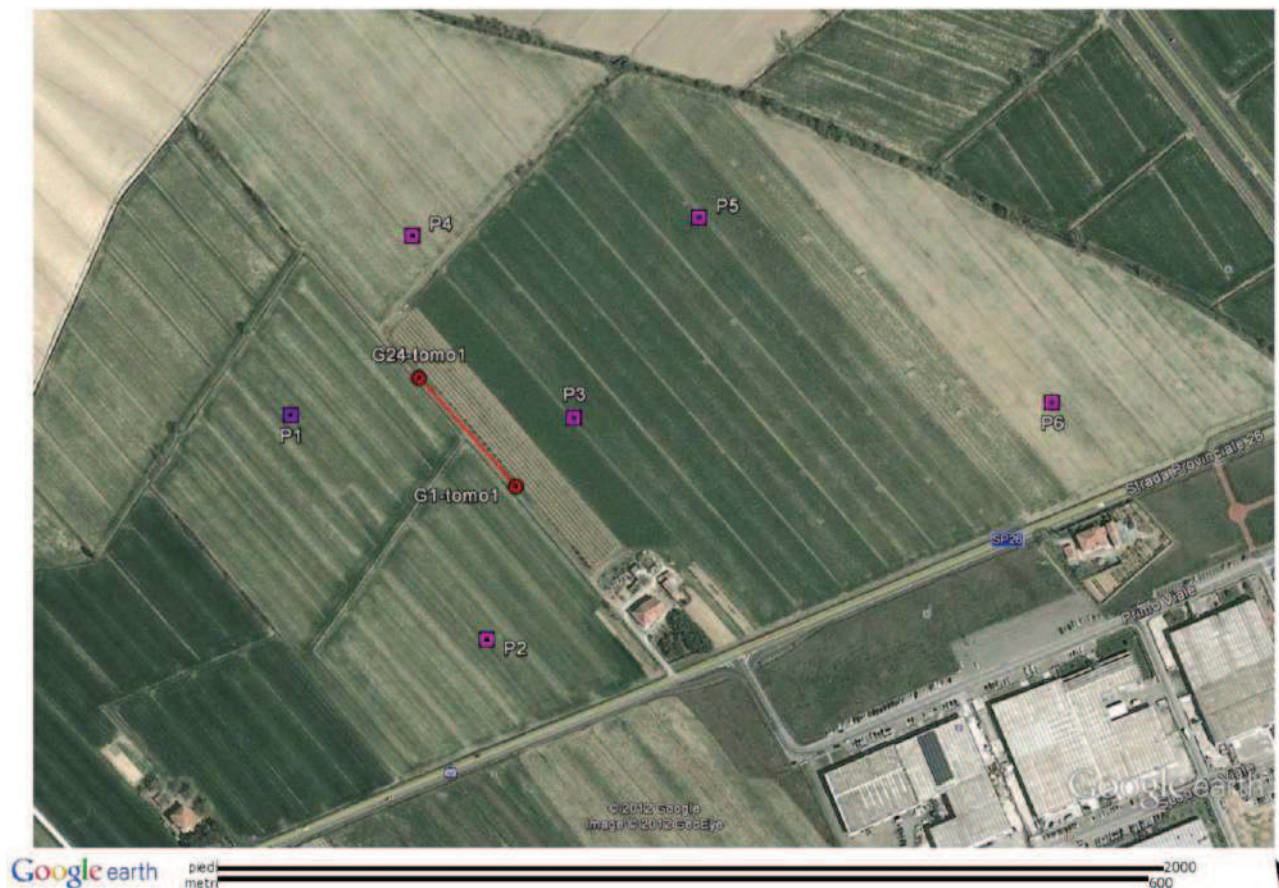


Figura 2: Inquadramento dell'area su base google earth

Le presenti note illustrano la metodologia delle indagini ed i risultati conseguiti.

## SISMICA A RIFRAZIONE - GENERALITA'

Le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo. Nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione") o trasversali (onde SH o "di taglio") per determinare spessori e andamento dei livelli presenti.

La prospezione consiste nel generare un'onda sismica di compressione o di taglio nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza o di maglio, esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino agli apparecchi di ricezione (*geofoni*) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (*Legge di Snell*), cioè rifrangendosi sulle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente.

L'apparecchiatura necessaria per le prospezioni è costituita da una serie di ricevitori (*geofoni*) che vengono spazati lungo un determinato allineamento (base sismica) e da un cronografo che registra l'istante di inizio della perturbazione elastica ed i tempi di primo arrivo delle onde a ciascun geofono. Così, osservando i primi arrivi su punti posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, è possibile costruire una curva tempo-distanza (*dromocrona*) rappresentante la variazione del minimo percorso in funzione del tempo. Attraverso metodi analitici si ricavano quindi le velocità delle onde elastiche longitudinali ( $V_p$ ) o trasversali ( $V_s$ ) dei mezzi attraversati ed il loro spessore.

La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo è compresa tra larghi limiti; per lo stesso tipo di roccia essa diminuisce col grado di alterazione, di fessurazione e/o di fratturazione; aumenta per contro con la profondità e l'età geologica. Sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde compressionali, diversamente da quelle trasversali che non si trasmettono nell'acqua, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione.

Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali (ad esempio roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo con velocità  $V_p$  dell'ordine di 1400÷1700 m/sec), per cui non necessariamente l'interpretazione sismostratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

Il metodo sismico a rifrazione è soggetto inoltre alle seguenti limitazioni:

- un livello potrà essere evidenziato soltanto se la velocità di trasmissione delle onde longitudinali in esso risulterà superiore a quella dei livelli soprastanti (effetto della inversione di velocità);
- un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;
- un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli "arrivi" dallo strato sottostante (effetto dello strato nascosto e "zona oscura");
- aumentando la spaziatura tra i geofoni aumenta la profondità di investigazione, ma può ovviamente ridursi la precisione nella determinazione della profondità dei limiti di passaggio tra i

---

**GAIA Servizi S.n.c.**

Via Lenin, 132 - 56017 San Giuliano Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582 e-mail:info@gaiaservizi.com - p. IVA 01667250508

diversi livelli individuati. In presenza di successioni di livelli con velocità (crescenti) di poco differenti tra loro, orizzonti a velocità intermedia con potenza sino anche ad 1/3 del passo adottato possono non essere evidenziati. Il limite tra due orizzonti può quindi in realtà passare "attraverso" un terzo intermedio non evidenziabile;

- analogamente, incrementi graduali di velocità con la profondità danno origine a dromocrone che consentono più schemi interpretativi. Il possibile errore può essere più contenuto potendo disporre di sondaggi di taratura e "cercando" sulle dromocrone delle basi sismiche i livelli che abbiano velocità il più possibile simili a quelle ottenute con le tarature.

Il metodo della tomografia sismica è una tecnica di indagine che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un alto potere risolutivo, offrendo la possibilità di ricostruire anomalie e discontinuità stratigrafiche anche particolarmente complesse.

Per il trattamento dei dati, per la ricostruzione tomografica dell'immagine si utilizza una suddivisione dell'area di studio in celle elementari, calcolando per ciascuna di queste un valore di velocità congruente con il tempo di tragitto medio relativo ai percorsi dei raggi sismici che le attraversano.

Con nuove tecniche di acquisizione e di inversione dati come il "*Delta-t-v-Method*" e soprattutto con l'applicazione dell'algoritmo *WET (Wavepath Eikonal Traveltime Tomography Processing)* è possibile indagare fenomeni come gradienti verticali di velocità all'interno degli strati e quindi valutare inversioni di velocità, sia forti variazioni locali di velocità che consentono di avere informazioni più precise sull'andamento delle velocità sismiche nel sottosuolo e di conseguenza sulla distribuzione degli orizzonti sismici che vengono delineati.

Questa tecnica fornisce l'immagine della distribuzione delle onde sismiche sotto la superficie, basate sui tempi di primo arrivo (come nella normale sismica a rifrazione) e sulla geometria di acquisizione. Si ricostruisce in tal modo un modello di velocità, che può essere migliorato attraverso successive iterazioni: la fase di calcolo si conclude quando si ha la migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati e quelli misurati.

## SISTEMA DI ACQUISIZIONE

Sono state effettuate n° 1 prospezioni sismiche a rifrazione a 24 geofoni.

TOMO1: interasse  $i = 4$  m - lunghezza ml 92, in onde P ed SH.

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

- sismografo
- sorgente energizzante
- trigger
- apparecchiatura di ricezione

Lo strumento utilizzato per la presente indagine è un prospettore sismico *Ambrogeo Echo 24/2010* a 24 bit.



Come sorgente energizzante per le onde P è stato utilizzato un grave di 20 kg.

Come sorgente energizzante per le onde SH è stata utilizzata una traversina di legno percossa alle estremità da una mazza da 10 kg.

Il trigger utilizzato consiste in un circuito elettrico che viene chiuso mediante un apparecchio starter (geofono starter, starter a lamelle, piezoelettrico od altro) nell'istante in cui il sistema energizzante (maglio, mazza etc.) colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e la produzione di un impulso della durata di qualche secondo che viene inviato al sensore collegato al sistema di acquisizione dati.

Per la ricezione delle onde P sono stati utilizzati 24 geofoni verticali Geospace Oyo con frequenza propria di 10 Hz.

Per la ricezione delle onde SH sono stati utilizzati 24 geofoni verticali Geospace Oyo con frequenza propria di 10 Hz.

### **ELABORAZIONE DEI DATI**

L'elaborazione dei dati si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

1. determinazione dei tempi di primo arrivo.
2. Inversione Delta t-V che permette di ottenere profili monodimensionali (1D) di tipo profondità/velocità.
3. Ottimizzazione del profilo, per iterazioni successive, mediante inversione tomografica WET (Wavepath Eikonal Traveltime).
4. Controllo del "fitting" tra tempi misurati e tempi calcolati ed eventuale reiterazione del processo di inversione.
5. Output grafico della sezione tomografica.

L'elaborazione tomografica, eseguita con il programma RAYFRACT, avviene quindi in almeno due fasi successive: una prima elaborazione porta alla ricostruzione delle stratigrafie di velocità sismica con la tecnica Delta-t-V, cioè si ricostruiscono con cadenza pari alla metà della cadenza dei geofoni (CMP = Common Mid Point) le successioni di velocità compatibili con l'andamento di tutte le possibili dromocrone nei punti intermedi tra punto di tiro e geofono. Dal modello ricostruito come successione di stratigrafie di resistività viene elaborato un modello ad elementi finiti di piccolissime dimensioni (ordine di grandezza di qualche decimetro di lato) che può già rappresentare un attendibile modello del sottosuolo.

Tuttavia questo rappresenta una prima approssimazione alla soluzione. Il passo successivo è quello di ottimizzare, in maniera iterativa, il suddetto modello di partenza mediante la tecnica WET (Wavepath Eikonal Traveltime).

In pratica si effettua il calcolo delle differenze dei tempi di arrivo dai vari punti di tiro ai vari geofoni, tra i valori sperimentali misurati nei sismogrammi ed i tempi calcolati sul modello di partenza. In base alle differenze riscontrate, per ciascun percorso delle onde sismiche, si apportano modifiche, in aumento o in diminuzione, delle velocità che caratterizzano i vari elementi che sono stati interessati dal passaggio del fronte d'onda considerato. Ad ogni iterazione, dopo avere apportato

le modifiche alle velocità dei vari elementi, il nuovo modello viene sottoposto ad una operazione di smoothing che porta ad una migliore omogeneità dei valori di velocità entro aree di dimensioni maggiori.

In genere sono sufficienti da 10 a 20 iterazioni per giungere ad un modello che porta a scarti medi tra i tempi (Traveltime) dei vari percorsi dell'ordine di qualche millisecondo (Schuster & Quintus-Bosz,1999).

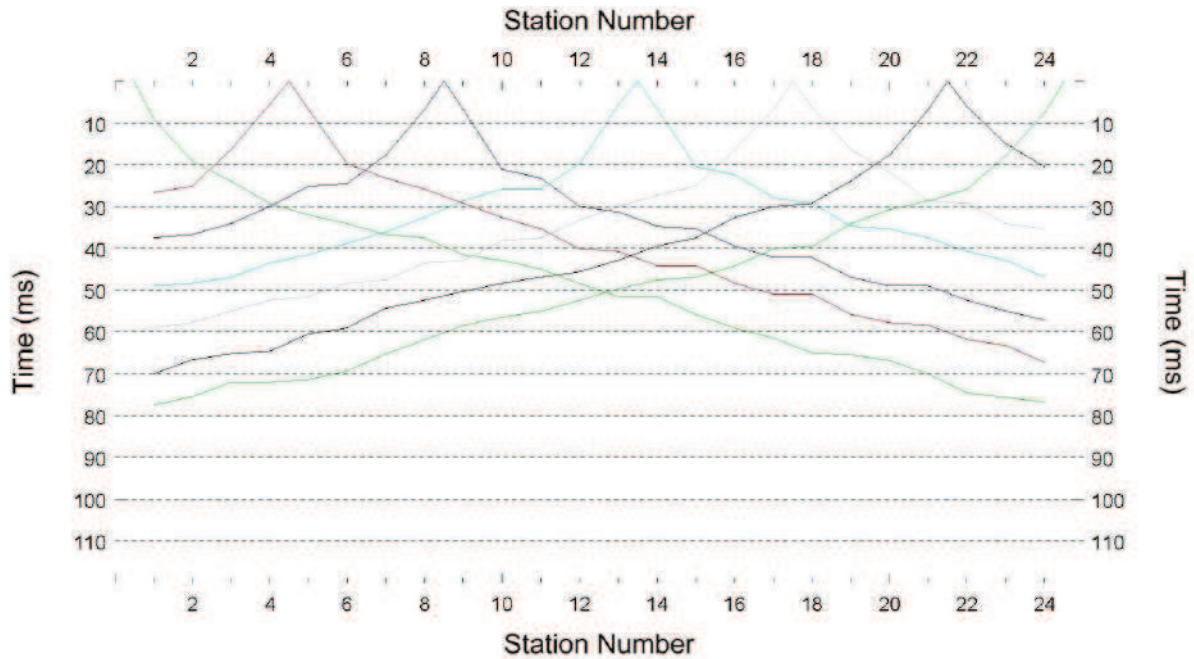


Figura 3: Dromocrone Line1\_P

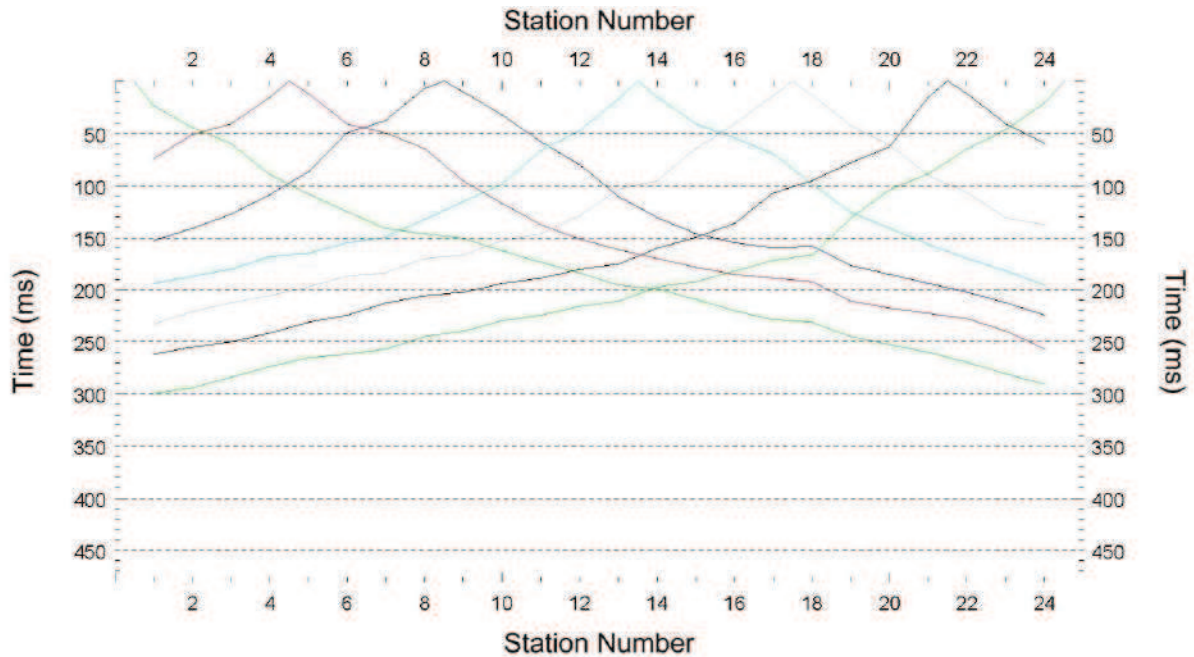


Figura 4: Dromocrone Line1\_SH

## ANALISI DEI RISULTATI DELLA TOMOGRAFIA SISMICA

Con le modalità suddette sono state ottenute le tomografie relative alla velocità delle onde P che mostrano velocità che variano da 250 m/s a 1800 m/s e delle onde SH che mostrano velocità che variano da 130 m/s a 520 m/s.

Con riferimento alle sezioni sismo-tomografiche allegate, in dettaglio si ha:

- dalla superficie fino a profondità massima di circa 4 m si incontra un primo strato con  $V_p = 250\div 800$  m/sec e  $V_s = 130\div 200$  m/sec, correlabile con il riporto il terreno agrario e/o i depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi poco compatti;
- tra le isotachie di 800 e 1400 m/sec per le onde P e tra 200 e 300 m/sec per le onde SH, le velocità sono riferibili ai depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi mediamente compatti;
- al di sotto,  $V_p > 1400$  m/sec e tra 300 e 400 m/sec per le onde SH, le velocità possono essere riferibili ai depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi da mediamente a molto compatti;
- al di sotto,  $V_s > 400$  m/sec possono essere riferibili ai depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi molto compatti e/o alle ghiaie addensate.

## CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (D.M. 14/01/2008)

Per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, nella nuova normativa viene evidenziato come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_{sh}$  all'interno delle coperture.

Nelle Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità  $V_{s30}$  (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

- A) Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B) Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un

graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50 nei terreni a grana grossa e coesione non drenata cu > 250 kPa nei terreni a grana fina).

- C) Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (15 < Nspt < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu < 250 kPa nei terreni a grana fina).
- D) Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
- E) Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

In aggiunta a queste due categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 – Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 – Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle classificazioni precedenti Vs30 è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

E' stata calcolata la Vs30 su tre progressive ed è stata considerata una velocità di 500m/sec da 20m, profondità massima di investigazione raggiunta, fino a 30m.

Progressiva 25 m      Vs30= 382 m/sec

Progressiva 45 m      Vs30= 374 m/sec

Progressiva 70 m      Vs30= 364 m/sec

Considerato che i terreni sono caratterizzati da Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec, si iscrive il terreno di fondazione nella categoria di **profilo stratigrafico B**:

*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica N<sub>spt</sub> > 50 nei terreni a grana grossa e coesione non drenata cu > 250 kPa nei terreni a grana fina).*

L'esatta attribuzione ad una specifica categoria di sottosuolo per il sito indagato deve essere accompagnata e valutata in base a considerazioni di carattere litologico, basate sulle conoscenze geologiche del sito.

\*\*\*\*\*

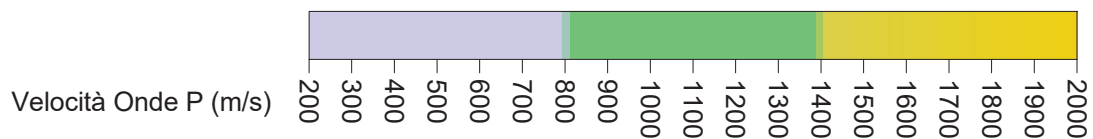
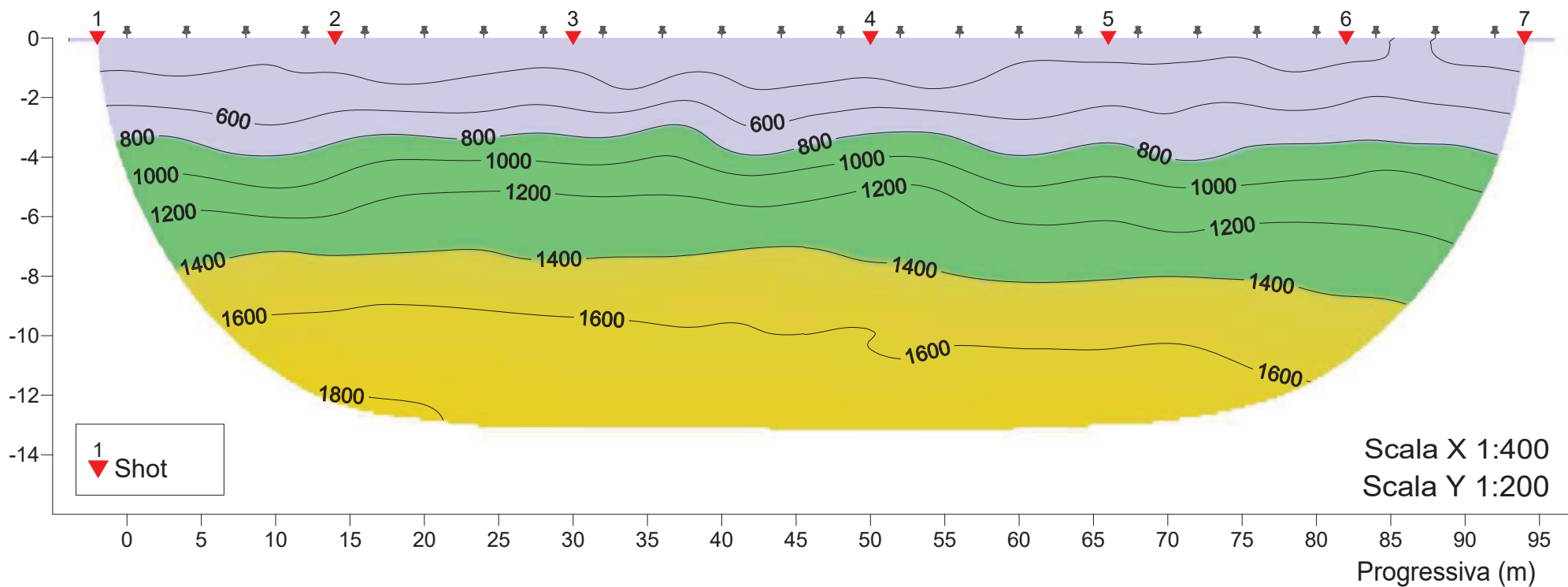
San Giuliano Terme (PI),  
28 novembre 2012

**GAIA Servizi S.n.c.**  
**Dott. Jacopo Martini**

**GAIA Servizi S.n.c.**  
di Massimiliano Varnozzi & C.  
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)  
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

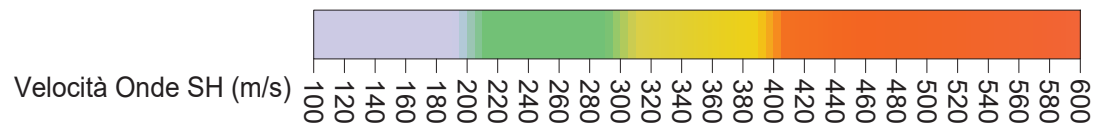
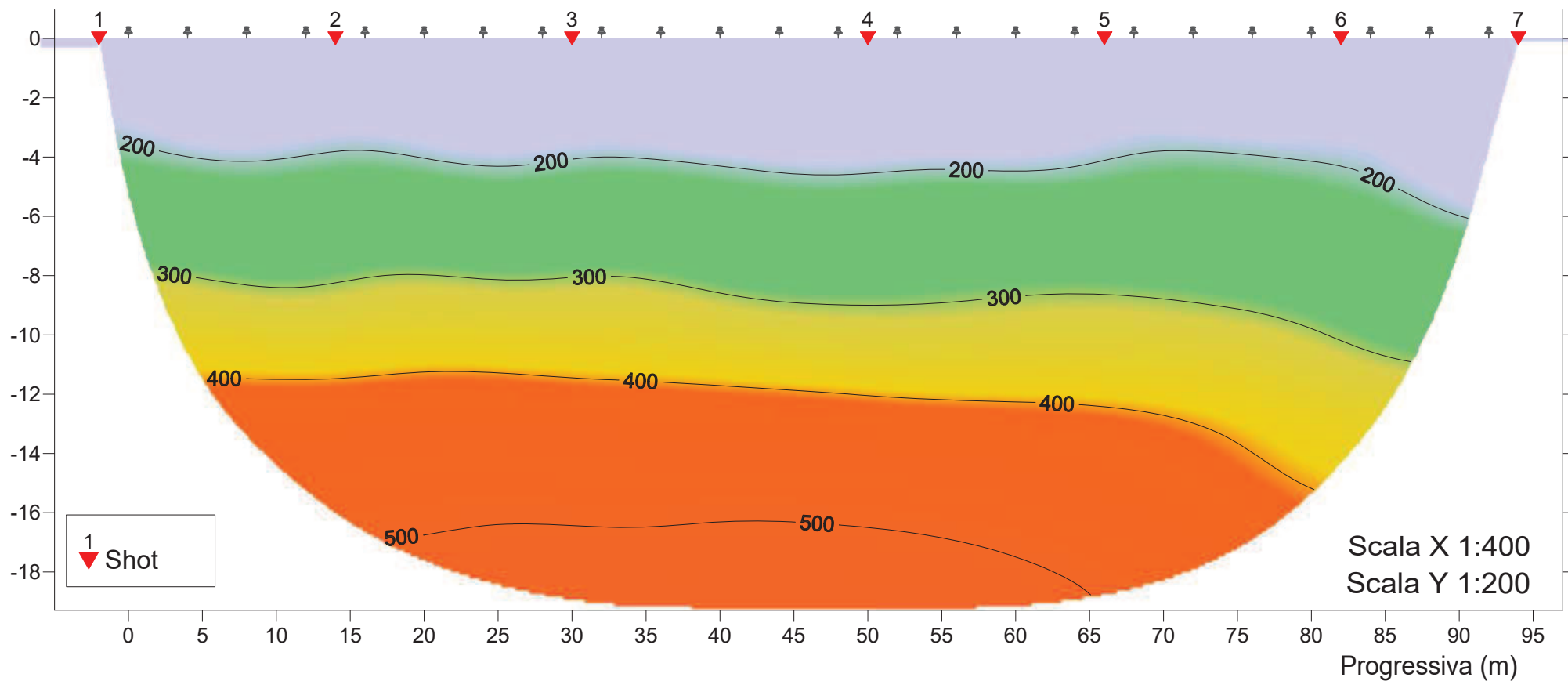
Località: Capannoli  
 Data: Novembre 2012

**PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO LINE 1\_P**



Località: Capannoli  
 Data: Novembre 2012

**PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO LINE 1\_SH**





Azienda Certificata  
ISO 9001:2008 N. IT12/0149  
"Progettazione ed esecuzione di indagini geotecniche e  
geofisiche, ambientali, idrometriche"



## RELAZIONE TECNICA

Committente: Golf Immobiliare  
S.r.l.

Località: Capannoli

Data Indagine: 26/03/2013

Codice lavoro: 121122a

# INDAGINI SISMICHE HVSR

Dott. Jacopo Martini

**GAIA Servizi S.n.c.**

Via Lenin, 132 - 56017 San Giuliano  
Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

p. IVA 01667250508

Data elaborazione: 27/03/2013

**GAIA Servizi S.n.c.**  
di Massimiliano Vannozzi & C.  
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)  
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167





## Sommario

PREMESSA.....	3
INDAGINI DI SISMICA PASSIVA TIPO HVSR.....	4
INDAGINI DI SISMICA PASSIVA TIPO HVSR - GENERALITA'.....	4
SISTEMA DI ACQUISIZIONE .....	7
ELABORAZIONE DEI DATI .....	7

## PREMESSA

Per incarico della Golf Immobiliare S.r.l., sono state eseguite indagini sismiche HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) in Località Capannoli



Figura 1: Sismografo "SARA SR04S3 GeoBox"



Figura 2: Inquadramento dell'area su base google earth

## INDAGINI DI SISMICA PASSIVA TIPO HVSR

### INDAGINI DI SISMICA PASSIVA TIPO HVSR - GENERALITA'

La tecnica di acquisizione ed analisi dei rapporti spettrali o HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque.

Le conoscenze e le informazioni che si possono ottenere dall'analisi ed interpretazione di una registrazione di questo tipo sono:

- ove esistente, la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale ai fini dell'individuazione di adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- ove determinabile, la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso, a seguito di analisi correlate sarà possibile confrontare le frequenze di sito e dell'edificio, e valutare se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la velocità media delle onde di taglio  $V_s$  calcolata tramite uno specifico software di calcolo, per cui è possibile determinare la  $V_{s30}$  e la relativa categoria del suolo di fondazione come richiesto dalle N.T.C. 2008;
- la stratigrafia del sottosuolo con un ampio range di profondità di indagine, e secondo il principio che in termini di stratigrafia del sottosuolo, uno strato è inteso come unità distinta, in termini di contrasto d'impedenza sismica.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremiti.

La forma di un'onda registrata in un sito oggetto di indagine è funzione di:

- dalla forma dell'onda prodotta dall'insieme delle sorgenti s dei microtremiti;
- dal percorso dell'onda dalle sorgenti s fino alla posizione x del sito oggetto di indagine e funzione dei processi di attenuazione, riflessione, rifrazione e canalizzazione di guida d'onda;
- dalla modalità di acquisizione dello strumento in funzione dei parametri e delle caratteristiche strumentali.

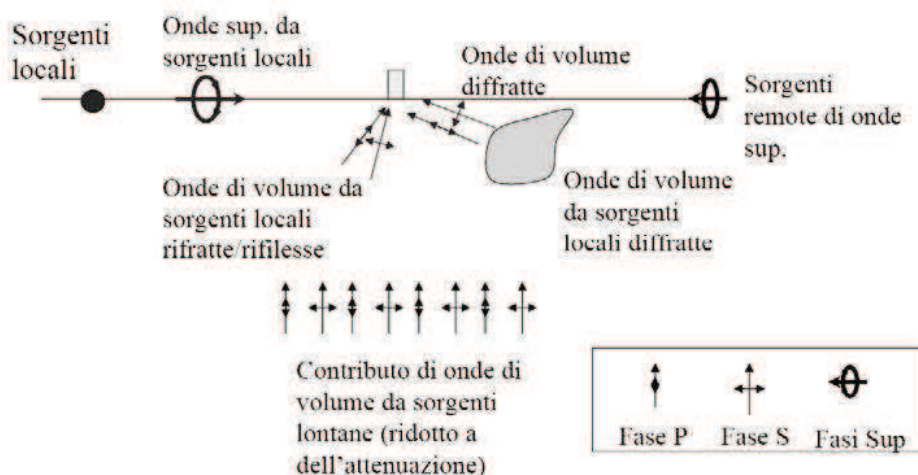
Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre.

Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni con ampiezze minime, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il segnale da acquisire non è generato con strumenti o tecniche attive, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Nel tragitto dalla sorgente *s* al sito *x* le onde elastiche (sia di origine sismiche che dovute al microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, canalizzazioni per fenomeni di guida d'onda ed attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte di informazioni correlata al contenuto frequenziale del segnale che può essere estratta e che permette di ottenere informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore.



**Figura 38: Modalità di generazione e propagazione di microtremore**

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartato dalla sismologia classica, contiene informazioni.

Questa informazione è però correlata alle caratteristiche frequenziale e spettrali del cosiddetto "rumore casuale" o microtremore, e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

Una di queste tecniche è la tecnica di analisi dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili sul comportamento frequenziale dei sottosuoli, informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

L'ottenimento di una stratigrafia sismica da indagini a stazione singola, deriva dai primi studi di Kanai (1957) in poi, per cui diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito.

Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

Inizialmente, alcuni ricercatori, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione.

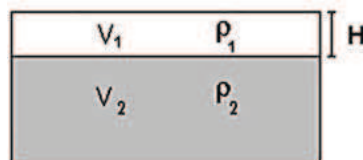
Purtroppo, esiste abbondante letteratura comprovante il fatto che l'ampiezza del picco H/V, pur essendo legata all'entità del contrasto di impedenza tra strati, non è correlabile all'amplificazione sismica in modo semplice (cfr. Mucciarelli e Gallipoli, 2001; SESAME, 2005 e referenze ivi contenute).

Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere, in linea di principio, usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche del metodo HVSR sono relativamente semplici in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D).

Consideriamo il sistema della figura seguente in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità e le diverse velocità delle onde sismiche.

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.



L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente ( $l$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore  $H$  del primo strato.

La frequenza fondamentale di risonanza ( $fr$ ) dello strato 1 relativa alle onde S (o P) è pari a (equazione 1):

$$(fr) = Vs1/4H$$

$$(fr) = Vp1/4H$$

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh.

Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1.

Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione 1.

## SISTEMA DI ACQUISIZIONE

La misura prevede la registrazione del microtremore sismico ambientale nel dominio del tempo sulle tre componenti dello spazio attraverso il posizionamento di geofono tridimensionale.

La strumentazione di acquisizione utilizzata per la presente indagine è un prospettore sismico SARA "SR04 GeoBox" a 3 canali completo di geofono 3D da superficie, che presenta le seguenti specifiche:

- trasduttori tricomponenti (N-S, E-W, verticale) a bassa frequenza (2 Hz);
- amplificatori;
- digitalizzatore;
- frequenza di campionamento: 300 Hz;
- convertitore A/D (analogico digitale) a 24 bit;

Lo strumento di misura è stato orientato secondo le direzioni geografiche (E e W).

Sono state eseguite n°2 registrazioni della durata di 20-30 minuti.

## ELABORAZIONE DEI DATI

L'interpretazione dei dati consente di correlare il valore di un eventuale picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del bedrock geofisico e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si possono ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito.

Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

L'elaborazione dei dati raccolti impiega il software *winMASW Academy* in grado di consentire la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo mediante la tecnica dei rapporti spettrali secondo le linee guida del progetto europeo SESAME (*Site effects assessment using ambient excitations, 2005*).

Il processing dei dati verte sul rapporto spettrale tra il segnale del sensore verticale e quelli orizzontali operando su finestre di selezione del segnale.

In fase di elaborazione vengono seguite le seguenti operazioni:

1. la registrazione viene suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno,
2. per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,
3. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,
4. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

## INDAGINI SISMICHE HVSR

Per considerare la misura ottenuta come una stima dell'ellitticità delle onde di Rayleigh è necessario che i rapporti H/V ottenuti sperimentalmente siano "stabili" ovvero frutto di un campionamento statistico adeguato, che gli effetti di sorgente siano stati effettivamente mediati ovvero non ci siano state sorgenti "dominanti" e che la misura non contenga errori sistematici (per es. dovuti ad un cattivo accoppiamento dello strumento con il terreno).

Le risultanze dell'elaborazione sono presentate mediante graficazione dei rapporti spettrali H/V delle varie componenti indicando il massimo del rapporto HVSR nel valore di  $f_0$  – Frequenza/e di risonanza e la sua deviazione standard.

Viene riportata anche la check-list proposta dalla procedura SESAME per l'ottenimento di una curva H/V affidabile.

## HVSR 1

Coordinate: LAT 43.581503° ; LONG 10.697035°

Dataset: MT\_20130326\_172149.SAF

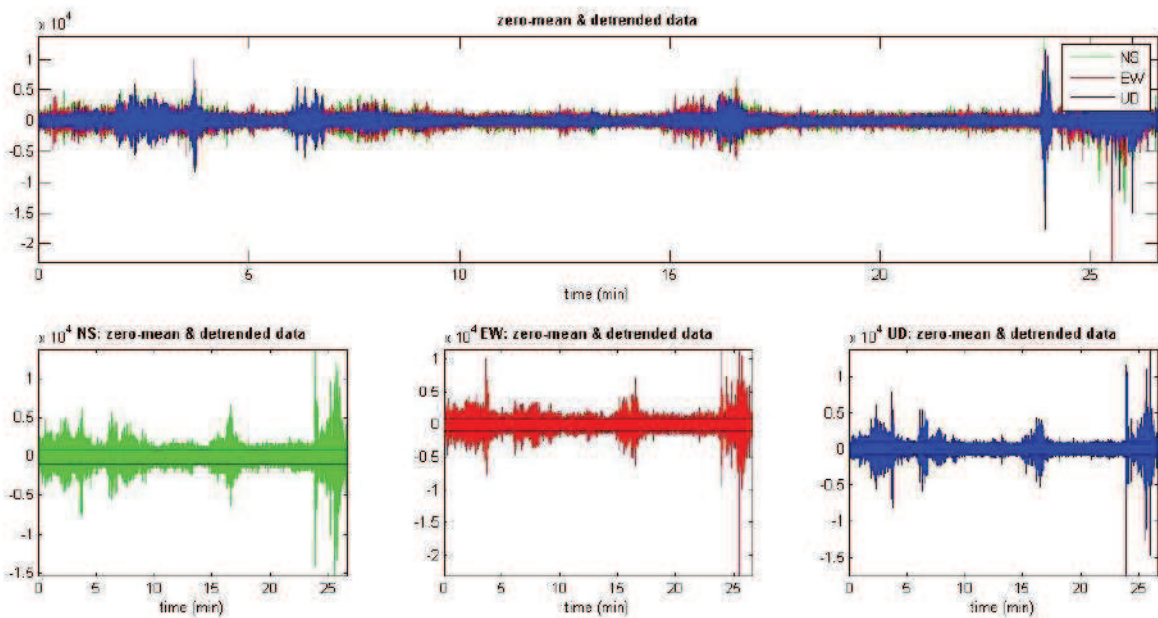
Sampling frequency (Hz): 300

Window length (sec): 50

Length of analysed temporal sequence (min): 19.2

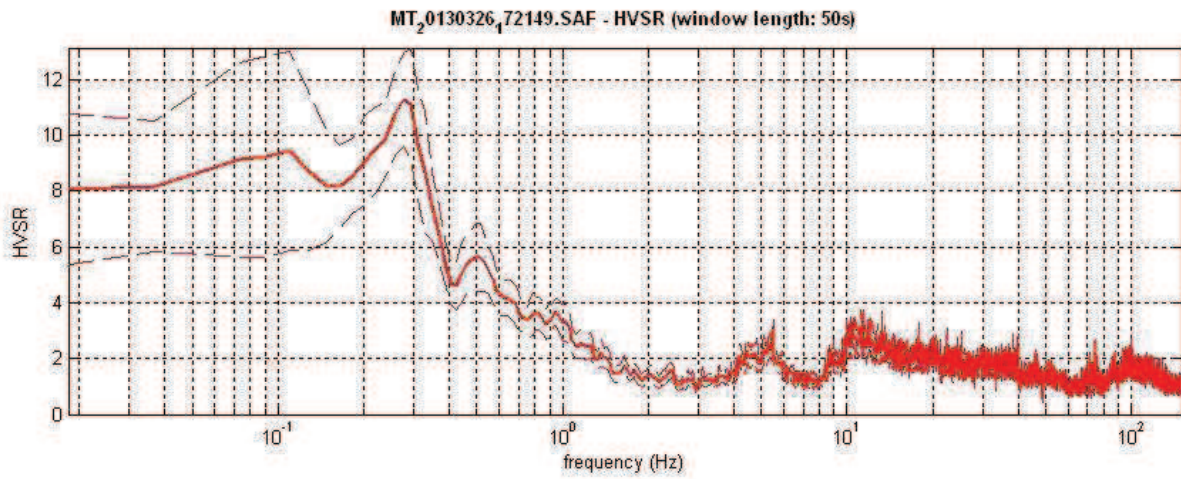
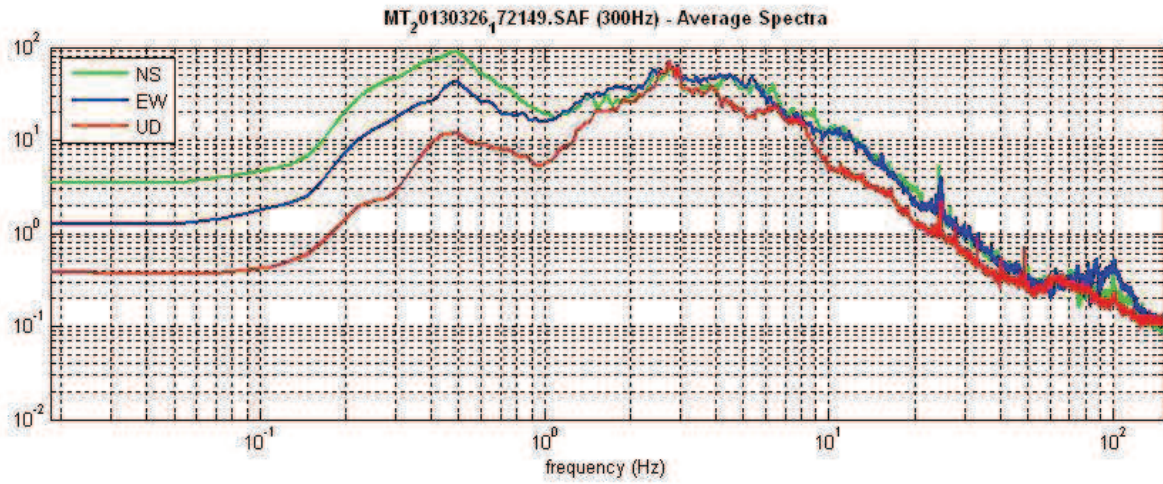
Tapering (%): 10

### *SISMOGRAMMI*

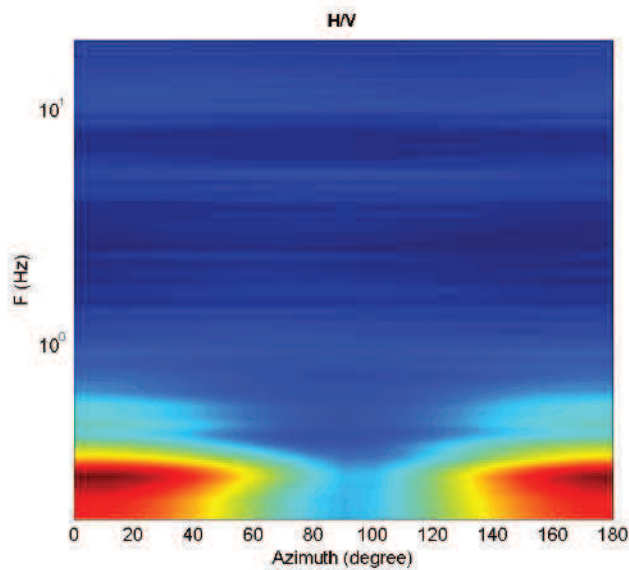




**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI - RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



**DIREZIONALITA' H/V**



## HVSR 1

In the following the results considering the data in the 0.2-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 0.3

Peak HVSR value: 11.3

### Check-list corrispondenza analisi agli standard SESAME

#### === Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [ $f_0 > 10/L_w$ ]:  $0.3 > 0.2$  (OK)
- #2. [ $n_c > 200$ ]:  $659 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 < 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

#### === Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists  $f^-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f^+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 0.4Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $11.3 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $0.058 < 0.059$  (OK)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $1.661 < 2.5$  (OK)

*Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities. Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change.*

## HVSR 2

Coordinate: LAT 43.583479° ; LONG 10.698479°

Dataset: MT\_20130326\_175410.SAF

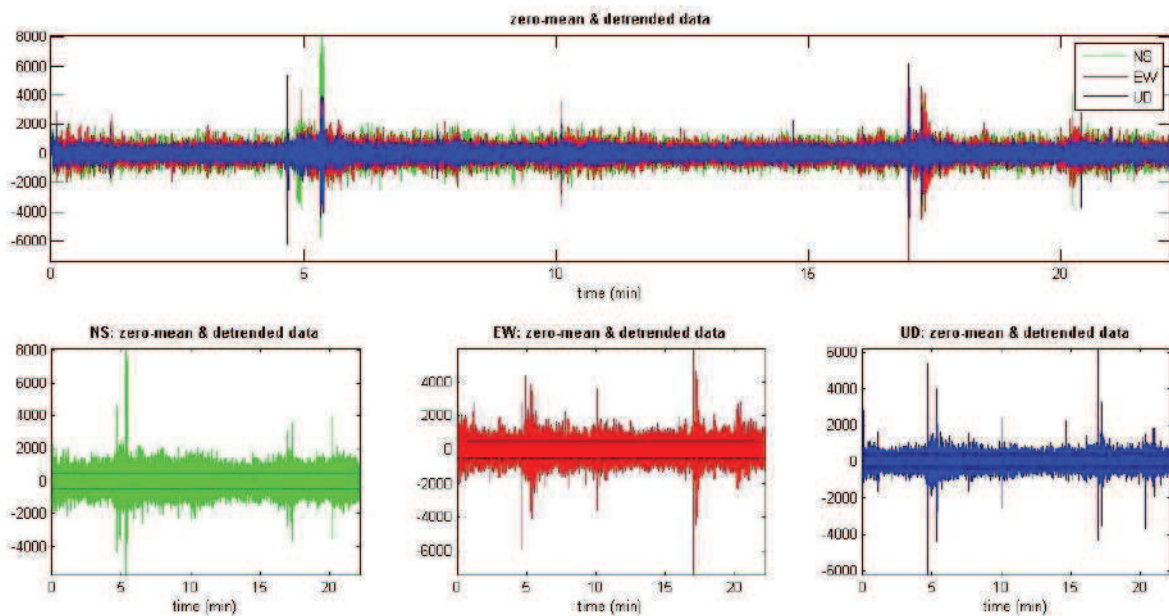
Sampling frequency (Hz): 300

Window length (sec): 50

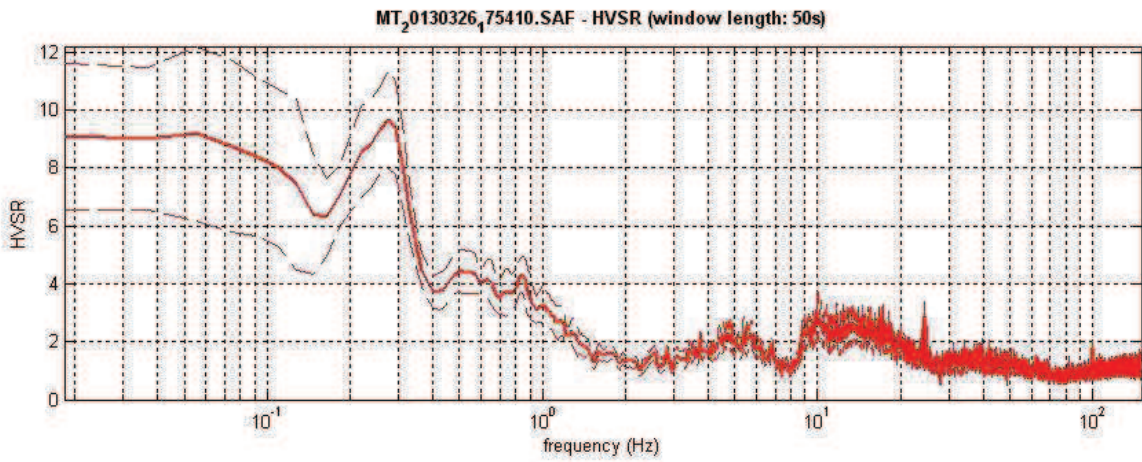
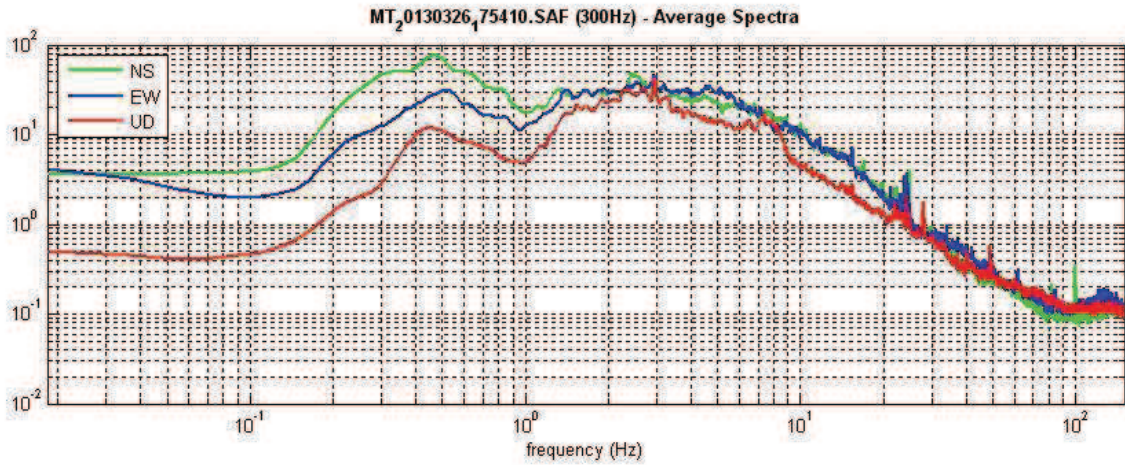
Length of analysed temporal sequence (min): 20.1

Tapering (%): 10

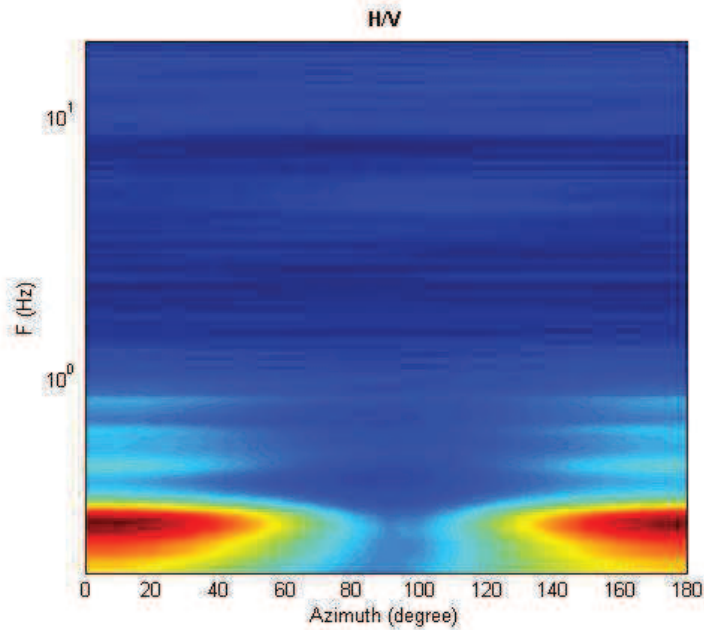
### *SISMOGRAMMI*



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI - RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



**DIREZIONALITA' H/V**



**HVSR 2**

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 0.3

Peak HVSR value: 9.7

**Check-list corrispondenza analisi agli standard SESAME**

In the following the results considering the data in the 0.2-20.0Hz frequency range

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [ $f_0 > 10/L_w$ ]:  $0.3 > 0.2$  (OK)
- #2. [ $n_c > 200$ ]:  $645 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 < 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists  $f^-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f^+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 0.4Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $9.7 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_f < \epsilon(f_0)$ ]:  $3.307 > 0.059$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $1.683 < 2.5$  (OK)

*Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities. Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change.*

\*\*\*\*\*

San Giuliano Terme (PI),  
27 marzo 2013

**GAIA Servizi S.n.c.**  
**Dott. Jacopo Martini**

**GAIA Servizi S.n.c.**  
di Massimiliano Vannozzi & C.  
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)  
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

Dr. Geol. Chiara Marconi  
 Via Prosecco Chiusi, 23  
 53014 Capannoli (PI)  
 Tel. 347.139595 - Fax 0571.050507



Gennaio 2014

**U.T.O.E. PER ATTIVITA' PRODUTTIVE -  
 "ZONA PRODUTTIVA"**

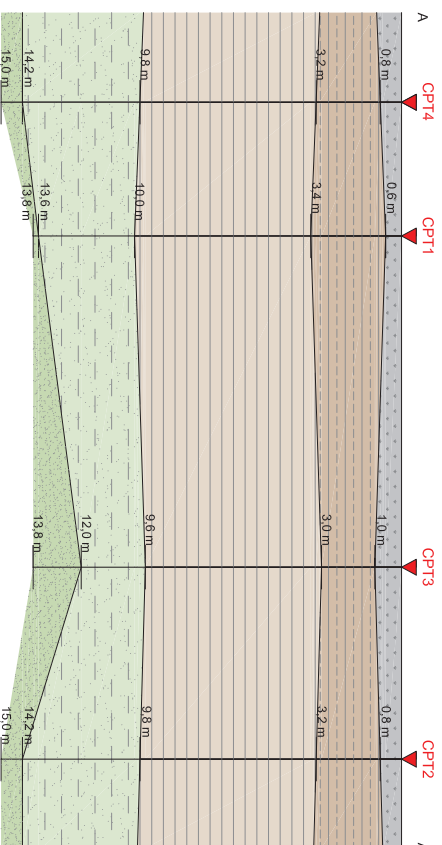
AMBITO UNITARIO DI PROGETTO - AUP 2.2  
 COMUNE DI CAPANNOLI (PI)

**ALLEGATO 11**

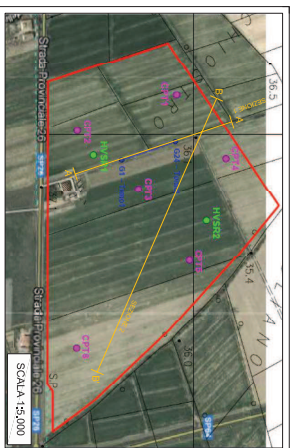
SEZIONI LITOTECNICHE  
 (Scala orizzontale 1:1000 - Scala Verticale 1:100)

Dr. Geol. Chiara Marconi

Committente: GOLF IMMOBILIARE S.r.l.

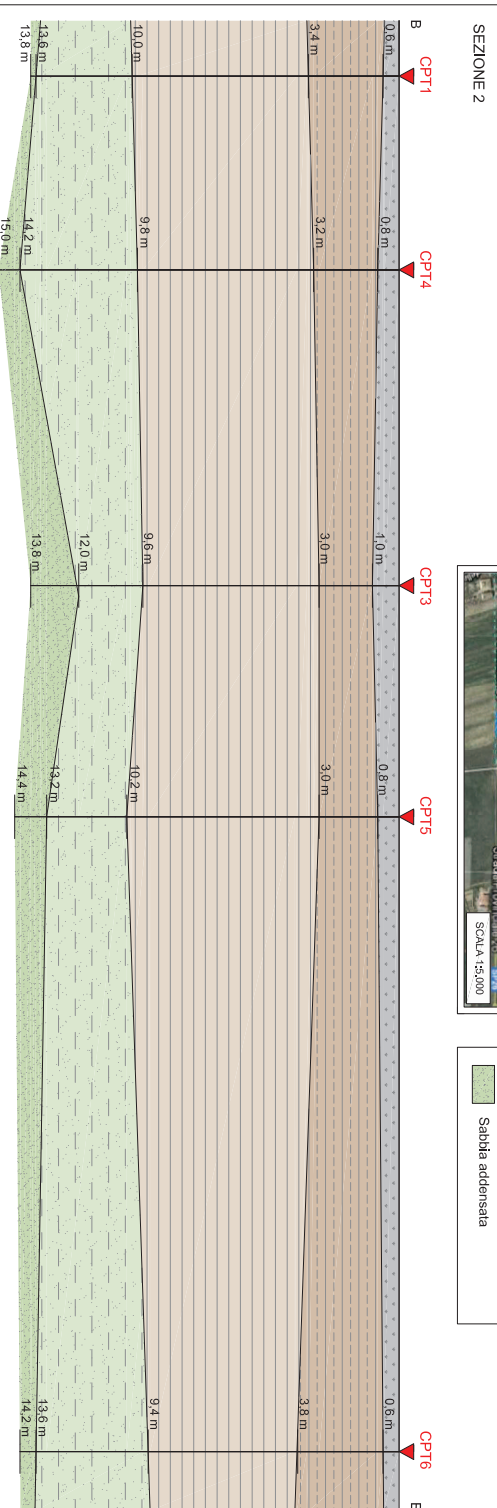


SEZIONE 1



**LEGENDA**

	Suolo
	Limo argilloso
	Argilla a tratti limosa
	Sabbia limosa e limo sabbioso
	Sabbia addensata



SEZIONE 2

## **INTRODUZIONE**

---

Su incarico della “**GOLF IMMOBILIARE S.r.l.**” è stata eseguita un’indagine geologica e idrogeologica volta alla ricerca di acque pubbliche sotterranee da destinare **all’uso idropotabile** a servizio dell’area produttiva - AUP 2.2. nel Comune di Capannoli (Pi) (Allegato 1).

Le coordinate Gauss – Boaga del sito interessato dalla terebrazione del pozzo sono:

**X = 1.637.328,87**

**Y = 4.826.890,19**

La presente relazione è stata redatta allo scopo di richiedere alla Provincia di Pisa l’autorizzazione alla ricerca e il rilascio della concessione, per la durata massima consentita, per la captazione di acque sotterranee attraverso la realizzazione di n.1 pozzo artesiano (R.D. 1775/1933, art. 95) (Servizio Difesa del Suolo – U.O. Demanio Idrico ).

Lo studio è stato condotto in riferimento a quanto prescrive la normativa vigente in materia, ovvero:

- **Regio Decreto n. 1775/33** -*Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici*, integrato a mezzo di successivi decreti ministeriali;
- **D. Lgs. n. 152/06** – “Norme in materia ambientale”.

## **1 - INQUADRAMENTO DELL’INTERVENTO**

---

La perforazione del pozzo si è resa necessaria dal momento che la falda che attualmente alimenta l’acquedotto pubblico comunale risulta al limite delle sue potenzialità. Alla luce di questo la zona produttiva AUP2.2. dovrà provvedere autonomamente all’approvvigionamento idrico mediante lo sfruttamento di livelli acquiferi sotterranei.

In fase di pianificazione è stata prevista la perforazione massima di n.5 pozzi artesiani dislocati uniformemente su tutta la superficie della AUP2.2 in modo tale da approvvigionare la totalità dei lotti previsti.

Le acque captate saranno inviate nella rete dell'acquedotto dopo aver subito un idoneo trattamento di depurazione.

Come sopra riportato, allo stato attuale, viene presentata la richiesta di autorizzazione per la realizzazione del pozzo n.1 (Allegato 1).

La richiesta per eventuali ed ulteriori autorizzazioni e concessioni di opere di presa successive alla prima sarà valutata in un secondo momento, sulla base dell'effettivo fabbisogno idrico determinato dalla reale occupazione ed edificazione dei lotti.

## **2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

---

L'area produttiva interessa una superficie territoriale massima di circa 199.900 m<sup>2</sup> ed è localizzata a Sud-Est dell'abitato di Capannoli in corrispondenza della piana alluvionale del Fiume Era e dei suoi affluenti.

Dal punto di vista idraulico l'U.T.O.E. si sviluppa lungo la S.P.26 in sinistra idrografica del Rio Recinaio. Il Rio, affluente di destra del Fiume Era, ha una lunghezza dell'asta principale, alla confluenza, di circa 5,5 km ed attraversa il territorio dei comuni di Peccioli e di Capannoli. Questo scorre in direzione nord-sud senza arginature con una pendenza media del corso d'acqua di circa 12 ‰.

L'AUP 2.2 è, inoltre, attualmente interessata da uno sviluppato reticolo idraulico minore costituito da fossette campestri (direzione principale Sud-Ovest / Nord –Est) le quali drenano le acque nei capofossi esistenti e da qui direttamente nel corso del fiume Recinaio.

**Geomorfologicamente nella pianura non sono stati riscontrati fenomeni di dissesto in atto o quiescenti che possano interferire con la perforazione del pozzo di cui all'oggetto (Allegato 2).**



### **3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

---

L'area è caratterizzata dall'affioramento di sedimenti neoautoctoni di natura alluvionale (“**Alluvioni - all**”) costituiti in netta prevalenza da limi e argille; intercalati a tali livelli sono presenti strati a frazione più grossolana (Allegato 2).

La deposizione dei sedimenti risale all'Olocene ed è collegata alle fasi di sovralluvionamento sviluppatasi durante la deglaciazione post-wurmiana in tutta la pianura pisana man mano che il livello del mare risaliva.

La formazione si è sedimentata al di sopra dei depositi pliocenici riconducibili alle successioni delle “*Sabbie – p<sub>3</sub>*” e delle “*Sabbie argillose – p<sub>2</sub>*”.

La “*p<sub>3</sub>*” è costituita da sabbie addensate e omogenee a cui si intercalano livelli decimetrici di arenaria, di calcareniti e talvolta orizzonti più argillosi ricchi di macrofossili. Intercalate a queste si trovano livelli argilloso-siltoso-sabbiosi che compaiono in spessori di varia potenza, talora di 5-10 m (“*Sabbie argillose*” – *p<sub>2</sub>*).

Questi livelli sono spesso ricchissimi di macrofossili mentre altre volte sono associati a letti torbosi indicativi di stagni retrolitorali.

### **4 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

---

I sedimenti alluvionali presentano caratteristiche idrogeologiche tipiche di un corpo acquifero dotato di limitata permeabilità e trasmissività. Le acque sono localizzate all'interno di livelli di sabbia e/o ghiaia di spessore variabile, talvolta discontinui, dislocati a varia profondità all'interno della coltre alluvionale.

Quanto detto è confermato dalla presenza sul territorio di innumerevoli pozzi (“Banca Dati del Sottosuolo e della Risorsa Idrica della Regione Toscana”) che captano le acque dei livelli di sabbia e ghiaia.

Le indagini idrogeologiche condotte a supporto del Piano Strutturale del Comune di Capannoli individuano la falda acquifera superficiale ad una profondità di alcuni metri d.p.c., con escursioni del livello di saturazione del terreno a quote inferiori (prossime al piano campagna) rispetto a quella indicata (Allegato 3).

Le alluvioni si sono sedimentate al di sopra dei depositi riconducibili alla formazione pliocenica delle “Sabbie”; tali sedimenti sono caratterizzati da buona permeabilità, per porosità primaria, e da scarsa permeabilità.

L'elevato stato di addensamento dei litotipi, la presenza di una costante frazione argillosa – limosa e la presenza di strati impermeabili coincidenti con livelli di argilla e/o di calcareniti limitano fortemente l'infiltrazione e la mobilità delle acque.

**Al fine di individuare potenziali acquiferi da utilizzare per l'approvvigionamento, nell'ambito del presente studio è stata effettuata un'indagine geoelettrica, di seguito descritta.**

## **5 - VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA**

---

La “*Carta della Vulnerabilità Idrogeologica*” allegata alle indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale del Comune di Capannoli colloca la zona in studio in “**Classe 3 - Sottoclasse 3b**” di Vulnerabilità, corrispondente a **Vulnerabilità Media** (Allegato 3).

La sottoclasse “...corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano di campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, quelle a permeabilità medio alta ma con superficie freatica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili”.

## **RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA**

### **1 - INDAGINE GEOGNOSTICA E SISMICA**

La ricostruzione stratigrafica è stata effettuata grazie all'esecuzione di indagini geognostiche e sismiche pianificate ed eseguite nell'ambito della relazione geologica di supporto al Piano Attuativo (Allegato 4).

La campagna si è articolata in n.6 Prove penetrometriche Statiche spinte fino ad una profondità massima compresa tra 13,5 e 15,0 di m d.p.c. e attraverso una Prospezione Sismica a Rifrazione in onde P ed SH con elaborazione Tomografica integrata con una prospezione sismica passiva del tipo HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

### **2 - RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO**

Le indagini effettuate a supporto del Piano Attuativo hanno interessato un areale molto esteso. Nonostante questo, le informazioni ottenute dall'elaborazione congiunta delle prove geognostiche e sismiche hanno evidenziato la presenza, almeno nella porzione superficiale, di un sottosuolo litologicamente e geotecnicamente omogeneo.

In sintesi, al di sotto di un livello alterato di natura coesiva dello spessore massimo di 1,0 m, è presente un dominio prevalentemente coerente costituito da uno strato di limo argilloso consistente (spessore medio dell'ordine di 2,5 m) e da un successivo livello di argilla plastica a tratti limosa (spessore medio pari a 6 – 7 m).

A partire da una profondità di circa 10 m si assiste ad un aumento alla frazione granulare.

Al di sotto del livello argilloso è stato, infatti, riscontrato uno strato di sabbia limosa – limo sabbioso con grado di addensamento e caratteristiche geotecniche variabili al quale segue uno spessore di sabbia addensata in corrispondenza del quale è stato raggiunto il rifiuto strumentale.

Quanto emerso dalle penetrometrie è stato confrontato ed integrato dall'elaborazione dalla **Prospezione Sismica a Rifrazione in onde P ed SH con elaborazione Tomografica** e dalla prospezione sismica passiva del tipo **HVSR** (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

Dalle tomografie relative alla velocità delle onde P e delle onde SH, si ottiene:

- Dalla superficie fino ad una profondità massima di circa 4,0 m si incontra un primo strato caratterizzato da  $V_p = 250\div 800$  m/s e  $V_s = 130\div 200$  m/s, correlabile con il terreno agrario e/o depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi poco compatti
- Tra le isotachie di 800 e 1400 m/s per le onde P e tra 200 e 300 m/s per le onde SH, corrispondenti ad una profondità compresa tra 4,0 e 8,0 m d.p.c., le velocità sono riferibili ai depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi mediamente compatti;
- Al di sotto, tra 8,0 e 12,0 m d.p.c.) le velocità ( $V_p > 1400$  m/s ed  $V_s = 300\div 400$  m/s) possono essere riferibili ai depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi da mediamente a molto compatti;
- A profondità maggiori di 12 m d.p.c., la velocità  $V_s > 400$  m/s può essere riferita ai depositi alluvionali prevalentemente argilloso limosi molto compatti e/o ghiaie addensate.

La presenza di un passaggio litologico ad una profondità dell'ordine di 16 – 18 m d.p.c. è stata evidenziata dall'indagine HVSR; in corrispondenza di tale profondità si ipotizza la presenza di materiale a maggiore frazione grossolana.

Sintetizzando si riportano le profondità medie dei livelli ottenute integrando le informazioni provenienti dalle indagini:

~ 0,0 – ~ 0,8 m dal p.d.c	➡	<b>Terreno vegetale alterato</b>
~ 0,8 – ~ 3,2 m dal p.d.c	➡	<b>Limo argilloso</b>
~ 3,2 – ~ 9,8 m dal p.d.c	➡	<b>Argilla a tratti limosa</b>
~ 9,8 – ~ 13,5 m dal p.d.c	➡	<b>Sabbia limosa e limo sabbioso</b>
~ 13,5 – ~ ? m dal p.d.c	➡	<b>Sabbia limosa</b>

### **3 - INDAGINE GEOELETRICA**

---

Nell'ambito della presente pratica è stata effettuata un'ulteriore indagine volta all'individuazione di potenziali livelli acquiferi per l'approvvigionamento idrico della zona produttiva.

In particolare è stata eseguita una prospezione geofisica di TOMOGRAFIA ELETTRICA.

Nel caso specifico è stata realizzato uno stendimento di lunghezza pari a 240 m utilizzando un gruppo di 48 elettrodi spazati tra loro 5 m ai quali se ne è aggiunto uno a grande distanza con la funzione di polo remoto.

**Tale procedura ha consentito di aumentare notevolmente la profondità di indagine raggiungendo circa 80 m d.p.c..**

L'indagine consiste nell'immettere corrente nel terreno attraverso un dipolo energizzante (AB) o un polo remoto (A) e di misurare tramite un dipolo di lettura (MN) la differenza di potenziale indotta dal campo elettrico creato nel terreno.

In tale indagine, quindi, l'incognita è rappresentata dalla distribuzione della resistività nel terreno mentre le misure elettriche effettuate sul terreno rappresentano i termini noti.

In sintesi, dal punto di vista operativo, l'apparecchiatura utilizzata è costituita da una serie di elettrodi che vengono spazati regolarmente secondo una determinata geometria e da un energizzatore che produce corrente da immettere nel terreno. Sia gli elettrodi che l'energizzatore sono collegati ad una centrale di acquisizione dati per la misurazione della differenza di potenziale (d.d.p.).

Conoscendo in diversi punti la d.d.p. e l'intensità di corrente si ricava la resistività apparente del sottosuolo. La distribuzione della resistività nel terreno è, quindi, una funzione intrinseca e del tipo di roccia o di sedimento e contemporaneamente funzione del contenuto in acqua presente nei pori e nelle fessure (conducibilità elettrolitica).

Nella tabella successiva si riportano i valori di resistività caratteristici di alcune rocce sedimentarie e delle acque.

**Tabella 1. Parametri di resistività di alcune rocce, minerali e metalli**

Rocce sedimentarie	Resistività	Rocce ignee e metamorfiche	Resistività
Calcere	100 – 5000	Basalto	10 – 10 <sup>5</sup>
Argilla	1 – 100	Granito	100- 10 <sup>5</sup>
Ghiaia	100 – 5000	Marmo	100 – 10 <sup>6</sup>
Sabbia	100 – 10 <sup>3</sup>	Scisto	10 – 10 <sup>4</sup>
Arenaria	100 -10 <sup>4</sup>	Gabbro	103 – 10 <sup>6</sup>
Marna	1 - 100	Ardesia	100 – 10 <sup>6</sup>
Quarzite	5000 – 10 <sup>5</sup>		

Minerali e metalli	Resistività	Acque	Resistività
Pirite	0,0001 – 10	Di mare	< 0,2
Argento	10 <sup>-7</sup>	Pura	100 – 10 <sup>3</sup>
Grafite	0,001 – 1	Naturale	1 - 100
Quarzo	10 <sup>5</sup>	Con 20% di sale (NaCl)	0,001
Salgemma	10 – 10 <sup>9</sup>		
Bauxite	200 – 6000		
Galena	0,01 – 200		

**Maggiori dettagli inerenti la procedura ed i sistemi di acquisizione utilizzati sono riportati in allegato (Allegato 5).**

#### **4 - RISULTATI ED INTERPRETAZIONE DELL'INDAGINE**

---

L'indagine tomografica è stata registrata ed elaborato con due diverse sequenze di acquisizione, Wenner e Polo-Dipolo, ottenendo sostanzialmente un risultato simile e molto ben confrontabile.

Dall'elaborazione e dall'analisi della tomografia elettrica si osserva che i valori di resistività, su tutto lo spessore indagato, sono compresi tra 10 e 30 Ohm\*m circa.

In particolare, in entrambi i profili, si osserva uno strato superficiale più conduttivo (resistività compresa tra 10 e 20 Ohm\*m) con spessore medio valutato in circa 10 m sul lato Ovest della sezione indagata e di circa 15 m sul lato Est. Tale livello, in accordo con quanto ottenuto dalla indagini precedenti, coincide con lo strato superficiale a prevalente comportamento coesivo (limo argilloso).

A partire da tali profondità è evidente, seppur con un basso contrasto di resistività (20 Ohm\*m < resistività < 30 Ohm\*m), il passaggio netto a materiali a granulometria più grossolana come sabbie in matrice limo argillosa.

Tale passaggio, ben definito, è presente a circa 10 m di profondità sul lato Ovest della sezione mentre tende ad approfondirsi sul lato Est mostrando valori di resistività più bassi.

In sintesi, entrambe le elaborazioni individuano la presenza di una lente a maggior contrasto di resistività, pur rimanendo su valori assoluti relativamente bassi, sul lato Ovest della sezione. Lo strato, dello spessore di circa 20 m, risulta potenzialmente produttivo anche in ragione del fatto che risulta confinato da livelli più conduttivi (resistività < 20 Ohm\*m) riconducibili a materiale coesivo.

Alla luce di quanto emerso la maggiore probabilità di incontrare livelli produttivi è quindi localizzata sul lato Ovest. Valori di resistività maggiori si riscontrano anche sul lato Est ma a maggiori profondità e con valori assoluti di resistività minori rispetto a quelli del livello sopra descritto.

## **5 - CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL POZZO**

---

Considerato l'assetto geologico ed idrogeologico dell'area, al fine di garantire l'approvvigionamento idrico necessario al fabbisogno della zona produttiva – AUP2.2. è stata prevista la realizzazione di un pozzo artesiano.

Tale opera sarà spinta sino alla profondità dell'ordine di 30 - 40 m dal p.c. e capterà le acque della falda presente nel livello a frazione granulare.

La ricerca idrica sarà effettuata a rotazione con circolazione diretta dei fluidi.

Questa tipologia di perforazione, caratterizzata da elevata velocità di avanzamento, viene effettuata attraverso il movimento rotatorio dell'utensile di perforazione (in questo caso, vista la natura alluvionale dei terreni può essere costituito da uno scalpello a lame multiple), fissato all'estremità inferiore della "batteria" di perforazione costituita da aste pesanti cave.

Nel sistema a circolazione diretta all'interno delle aste viene pompato del fango di circolazione (costituito generalmente da una miscela di acqua e argilla) che scende fino allo scalpello e risale tra le aste e le pareti del foro.

Il fango di perforazione, attraverso il costante monitoraggio delle caratteristiche fisiche (densità e viscosità), consente di raffreddare lo scalpello, di sostenere le pareti

dello scavo e ricostruire la stratigrafia del sottosuolo mediante l'esame dei detriti che arrivano in superficie (*cuttings*) (smaltimento secondo la vigente normativa).

Nel caso specifico si stima un diametro di perforazione dell'ordine di 311 mm (12"1/4).

Una volta ultimata la ricerca si provvederà alla posa in opera di un *casing* con spessore interno pari a circa 152 mm (6 in) e spessore esterno di 168 mm.

In corrispondenza del livello acquifero è prevista la messa in opera di un filtro microfessurato con ampiezza delle fessure da definire sulla base della granulometria del livello produttivo.

Inoltre, tra il perforo e la colonna sarà creato, con funzione di corpo drenante, un pre-filtro artificiale costituito da ghiaietto calibrato di natura silicea e granulometria uniforme.

Al termine della perforazione saranno effettuate le opportune cementazioni necessarie per la protezione della falda captata (Allegato 6).

Il pozzo permetterà l'emungimento di un quantitativo idrico stimabile in circa 100 l/m ( $\approx 1,6$  l/s).

## **6 - CARATTERISTICHE IDRODINAMICHE DELL'ACQUIFERO: PROVE DI PORTATA**

---

Al termine dell'opera di condizionamento il pozzo sarà sottoposto ad una prova di portata a gradini per valutare le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero e l'efficienza dell'opera. La prova sarà preceduta da un intervento di spurgo del pozzo necessario per eliminare eventuali incrostazioni createsi durante l'esercizio.

In sintesi la prova a gradini consiste nel registrare, per valori crescenti di portata, i corrispondenti abbassamenti del livello dinamico.

Mettendo in relazione tali dati si risale alla "curva caratteristica del pozzo" dalla quale è possibile ottenere informazioni riguardo al valore della Portata critica e a quello della Portata ottimale di esercizio.

Inoltre si procederà a calcolare il valore della Trasmissività e quello della Permeabilità dell'acquifero in oggetto.



## **7 - CHIMISMO DELLE ACQUE**

---

Le acque di falda saranno sottoposte ad opportune analisi volte a definirne le caratteristiche chimico - fisiche e valutarne la qualità dal punto di vista batteriologico.

Sulla base delle risultanze di tali analisi saranno valutati opportuni interventi di depurazione volti all'ottenimento del giudizio di idoneità all'uso potabile da parte dell'Azienda USL5 di Pisa ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. e del D.lgs 2/2/2001 n°31 e s.m.i..

Le acque di falda presenti nella coltre alluvionale possono infatti essere naturalmente ricche in Ferro e Manganese rendendo la risorsa non direttamente utilizzabile al consumo umano.

Per quanto riguarda fenomeni di inquinamento chimico e batteriologico la presenza di una coltre di natura argillosa, dello spessore minimo di 10 m, rappresenta un elemento di salvaguardia da eventuali fenomeni di contaminazione.

## **8 - FABBISOGNO IDRICO**

---

Le acque del pozzo in progetto saranno captate e utilizzate per alimentare l'impianto per la distribuzione delle acque ai lotti in progetto.

Come precedentemente riportato, su tutta la superficie della AUP2.2 è prevista la realizzazione massima di n.5 pozzi, uniformemente distribuiti, le cui acque una volta captate saranno immesse nell'impianto di distribuzione ed utilizzate ad uso idropotabile.

La presente documentazione è stata prodotta a supporto della prima opera di presa in progetto dalla quale si stima saranno captati circa 50 m<sup>3</sup>/giorno (≈ 18.000 m<sup>3</sup>/anno).

Sulla base di una maggiore richiesta si potrà in seguito procedere alla richiesta ulteriori autorizzazioni e concessioni alla ricerca fino ad un massimo di n.5 pozzi.

## **9 - CONCLUSIONI**

---

Lo studio idrogeologico effettuato nell'ambito della presente ha consentito di individuare in un livello sabbioso all'interno della coltre alluvionale l'acquifero da captare per soddisfare il fabbisogno idrico ad uso idropotabile della zona produttiva – AUP2.2.

La falda sarà sfruttata attraverso la realizzazione di un pozzo artesiano terebrato con perforazione a rotazione con circolazione diretta dei fanghi e spinto fino ad una profondità massima dell'ordine dei 40,0 m d.p.c..

L'opera sarà realizzata attraverso tecniche costruttive idonee, secondo criteri attualmente in uso per la realizzazione delle opere idrauliche.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte non si rilevano problematiche di carattere geologico e idrogeologico che possano impedire la realizzazione del pozzo in oggetto.

***Dr. Geol. Chiara Marconi***

***Casciana Terme, 01/12/2014***

**Costituiscono parte integrante della presente relazione i seguenti elaborati:**

---

- ALLEGATO 1: "Corografia area di intervento" (scala 1:10.000);
- ALLEGATO 2: "Carta Geologica e Geomorfologica" (scala 1:10.000)
- ALLEGATO 3: "Carta Idrogeologica e del reticolo idraulico" (1:10.000) – "Carta della Vulnerabilità Idrogeologica" (scala 1:10.000);
- ALLEGATO 4: "Ubicazione indagini geognostiche di riferimento" (scala 1:10.000);
- ALLEGATO 5: "Relazione Tecnica: Indagine geofisica di tomografia geoelettrica";
- ALLEGATO 6: "Sezione schematica del pozzo di progetto".

## RELAZIONE TECNICA

Committente: Dott. Geol.  
Chiara Marconi

Località: Capannoli

Data Indagine: 06/10/2014

Codice lavoro: 141006a

# INDAGINE GEOFISICA DI TOMOGRAFIA GEOELETTRICA

Dott. Jacopo Martini

**GAIA Servizi S.n.c.**

Via Lenin, 132 - 56017 San Giuliano  
Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582

e-mail: info@gaiaservizi.com

p. IVA 01667250508

Data elaborazione: 16/10/2014

**GAIA Servizi S.n.c.**  
di Massimiliano Vannozzi & C.  
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)  
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167



## Sommario

PREMESSA.....	3
APPARECCHIATURA UTILIZZATA.....	4
PRINCIPI TEORICI DELL'INDAGINE .....	5
RESISTIVITA' DEI TERRENI.....	5
ELABORAZIONE DEI DATI ACQUISITI .....	6
RISULTATI DELL'INDAGINE.....	6

## PREMESSA

Per incarico del Dott. Geol. Chiara Marconi, è stata effettuata una campagna geognostica attraverso l'esecuzione di n°1 prospezioni geoelettriche nei pressi dell'abitato di Capannoli, lungo la SP n. 26, nel Comune di Capannoli, al fine di definire in maniera più estesa e profonda la stratigrafia ed evidenziare la presenza di lenti di materiale più grossolano potenzialmente sedi di acquiferi.



**Figura 1: Ubicazione Stendimento Geoelettrico**

A tale scopo è stata eseguita una linea di tomografia elettrica di lunghezza pari a 240 m. ubicata come rappresentato in fig. 1. La linea è stata realizzata mediante un gruppo di 48 elettrodi spazati tra loro 5 m. Per aumentare la profondità dell'indagine è stato posizionato un elettrodo a grande distanza, utilizzato come polo remoto (circa 1000 m dallo stendimento di tomografia elettrica).

Questa spaziatura elettrodica, ha permesso di indagare con una risoluzione nel sottosuolo di circa 2.5 m. fino ad una profondità di circa 80 m.

La sezione tomografica è stata registrata con due diverse sequenze di acquisizione, Wenner, Polo-Dipolo.

Prima di procedere alla descrizione dell'indagine e all'analisi dei dati, si riportano alcuni cenni sulla apparecchiatura utilizzata.

## APPARECCHIATURA UTILIZZATA

Per l'acquisizione di campagna ci siamo avvalsi del georesistivimetro Iris Syscal Pro, un sistema di acquisizione multielettrodo automatico gestito da microprocessore e dotato di 48 canali.

CARATTERISTICHE TECNICHE DELLO STRUMENTO :

### Specifiche di Output

**Controllo automatico degli elettrodi tramite microprocessore.**

<b>Corrente:</b>	fino a 2.5 A
<b>Voltaggio</b>	fino a 1000 V
<b>Potenza</b>	fino a 250 W
<b>Durata dell'impulso:</b>	0.2 , 0.25 , 0.5 ,1 ,2 ,4 o 8 s
<b>Precisione misure di corrente</b>	0.2%
<b>Voltaggio di uscita</b>	fino 800 V

### Specifiche di Input

<b>Impedenza di ingresso</b>	100 m $\Omega$
<b>Voltaggio d'ingresso</b>	15 V Protezione fino a 1000V
<b>Precisione misure di voltaggio</b>	0.2%
<b>Risoluzione misure di voltaggio</b>	1 $\mu$ V
<b>Riduzione del rumore</b>	numero di stacking automatico in relazione con un valore di deviazione standard determinato
<b>SP compensazione</b>	attraverso correzione automatica di moto lineare
<b>Polarizzazione indotta</b>	misurata sopra 20, automatica o definita dall'utente

## PRINCIPI TEORICI DELL'INDAGINE

La tomografia elettrica di superficie si basa sull'acquisizione di un elevato numero di misure elettriche, effettuate su un discreto numero di elettrodi posizionati sul terreno, secondo una determinata geometria.

La ricostruzione tomografica del volume indagato viene effettuata tramite un apposito software di elaborazione che utilizza il Metodo agli Elementi Finiti.

Il terreno al di sotto degli elettrodi viene così suddiviso idealmente in un numero finito di maglie o celle (cosiddetti "elementi finiti"), ciascuna di resistività omogenea ed incognita.

La forma degli elementi è generalmente quadrata o rettangolare e le loro dimensioni sono determinate in base alla spaziatura tra gli elettrodi (metà spaziatura tra due elettrodi adiacenti). Nella ricostruzione tomografica l'incognita è rappresentata dalla distribuzione della resistività nel terreno, mentre le misure elettriche effettuate sul terreno rappresentano i termini noti.

L'apparecchiatura utilizzata è costituita da una serie di elettrodi che vengono spazati regolarmente secondo una determinata geometria e da un energizzatore che produce corrente da immettere nel terreno. Sia gli elettrodi che l'energizzatore sono collegati ad una centrale di acquisizione dati.

Dal punto di vista operativo il metodo consiste nell'immettere corrente nel terreno attraverso un dipolo energizzante (AB) o un polo remoto (A) e di misurare tramite un dipolo di lettura (MN) la differenza di potenziale indotta dal campo elettrico creato nel terreno.

Una volta fissata l'equidistanza dipolare, le misure vengono registrate spostando alternativamente (con metodo automatico) il dipolo di corrente e quello di tensione, al fine di ottenere una maglia di punti di lettura disposti nello spazio.

Conoscendo in diversi punti la d.d.p. e l'intensità di corrente  $I$ , si ricava la resistività apparente in ogni punto applicando le formule relative alla teoria dei dipoli infinitesimali.

## RESISTIVITA' DEI TERRENI

Tra i parametri che caratterizzano un corpo qualsiasi, la resistività è quello che viene preso in considerazione nelle prospezioni elettriche.

In geofisica l'unità di resistività misurata è ohm m (la conducibilità è l'inverso), tutte le rocce conducono elettricità.

La conducibilità di certi giacimenti minerali è della stessa natura di quella dei metalli, (galena, pirite, grafite) con resistività dell'ordine di 0.01 ohm m.

La maggior parte delle rocce però, conduce elettricità grazie all'acqua più o meno salata presente nei pori o fessure (conducibilità elettrolitica).

Inoltre la resistività delle rocce dipende dalla direzione della corrente che le attraversa perpendicolare alla stratificazione.

## INDAGINE GEOFISICA DI TOMOGRAFIA GEOELETRICA

A titolo indicativo si forniscono nella seguente tabella alcuni valori tipici di resistività.

Tabella 1. Parametri di resistività di alcune rocce, minerali e metalli

Rocce sedimentarie	Resistività	Rocce ignee e metamorfiche	Resistività
Calcare	100 – 5000	Basalto	10 – 10 <sup>5</sup>
Argilla	1 – 100	Granito	100 - 10 <sup>5</sup>
Ghiaia	100 – 5000	Marmo	100 – 10 <sup>6</sup>
Sabbia	100 – 10 <sup>3</sup>	Scisto	10 – 10 <sup>4</sup>
Arenaria	100 - 10 <sup>4</sup>	Gabbro	103 – 10 <sup>6</sup>
Marna	1 - 100	Ardesia	100 – 10 <sup>6</sup>
Quarzite	5000 – 10 <sup>5</sup>		

Minerali e metalli	Resistività	Acque	Resistività
Pirite	0,0001 – 10	Di mare	< 0,2
Argento	10 <sup>-7</sup>	Pura	100 – 10 <sup>3</sup>
Grafite	0,001 – 1	Naturale	1 - 100
Quarzo	10 <sup>5</sup>	Con 20% di sale (NaCl)	0,001
Salgemma	10 – 109		
Bauxite	200 – 6000		
Galena	0,01 – 200		

## ELABORAZIONE DEI DATI ACQUISITI

I valori di resistività apparente acquisiti in campagna, sono stati elaborati unitamente ai dati topografici con software di inversione Res2DInv, che ha restituito un modello bidimensionale delle proprietà elettriche dei terreni indagati. La profondità raggiunta da questa indagine è stata di circa 80 metri.

## RISULTATI DELL'INDAGINE

La qualità delle misure è stata buona, nel modello tomografico ottenuto si è investigata una profondità media di circa ottanta metri.

L'indagine tomografica è stata elaborata con i due metodi utilizzati, Wenner e Polo Dipolo. Sostanzialmente i due tipi di elaborazione hanno fornito un risultato simile e molto ben confrontabile.

Nella sezione di tomografia elettrica sono stati misurati valori di resistività elettrica piuttosto bassi in valore assoluto, e con bassissimi gradienti di variazione spaziale, sia in profondità che lateralmente.

Descrivendo il risultato dell'elaborazione della tomografia elettrica si osserva che i valori di resistività variano da 10 a circa 30 Ohm\*m. Si può individuare un livello superficiale abbastanza conduttivo dello spessore medio di circa 10 - 15 metri, avente un maggiore spessore sul lato destro della sezione (Est), che si assottiglia procedendo verso Ovest. Questo livello rappresenta i materiali di tipo limo argilloso presenti in superficie, riscontrati anche in affioramento.

Al di sotto di questo livello conduttivo si trova un livello a resistività un poco più elevata, ma con un passaggio molto netto, specialmente nella parte occidentale della sezione. Si tratta di materiali a granulometria più grossolana, come sabbie in matrice limo argillosa.



## INDAGINE GEOFISICA DI TOMOGRAFIA GEOELETRICA

Questo livello costituisce la potenziale sede di un acquifero. Lo spessore di questo livello è di circa 20 m, e si trova a profondità progressivamente maggiori andando verso Est. I massimi valori di resistività sono stati osservati nella parte occidentale della sezione, pur rimandando su valori assoluti relativamente bassi.

A maggiori profondità la resistività tende a diminuire di nuovo, segno della presenza di terreni a granulometria più fine, che potrebbero costituire la base impermeabile per un potenziale acquifero nei terreni soprastanti.

La tomografia elaborata con il metodo di Wenner sostanzialmente indica le stesse caratteristiche appena descritte, raggiungendo una profondità minore, dato che non utilizza il polo remoto.

In definitiva l'assetto ricostruito dalla presente indagine individua una lente di terreni poco più resistivi di quelli superficiali affioranti, sede di un potenziale acquifero, confinata sia sopra che sotto da terreni più conduttivi a granulometria fine, definendo uno strato per un eventuale acquifero superficiale.

Dato il basso contrasto di resistività registrato, il potenziale acquifero non può essere individuato con grande probabilità. Si conferma la presenza di terreni a maggiore resistività nella parte occidentale della sezione, dove si consiglia di concentrare la ricerca di acqua.

INDAGINE GEOFISICA DI TOMOGRAFIA GEOELETRICA

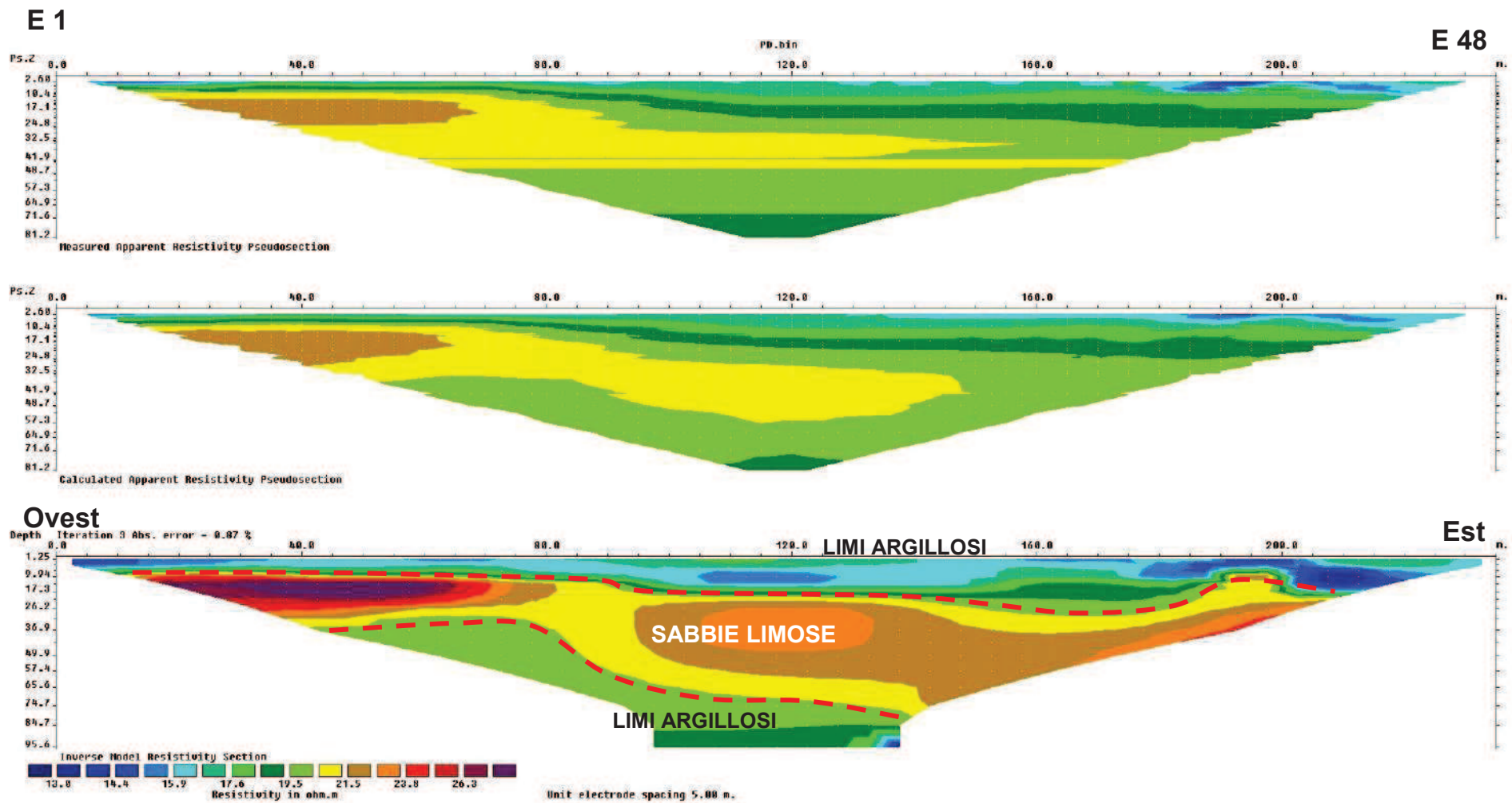


Figura 2: SEZIONE TOMOGRAFICA L1 - RESISTIVITA' ELETTRICA - Metodo Polo - Dipolo

GAIA Servizi S.n.c.

Via Lenin, 132 - 56017 San Giuliano Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582 e-mail:info@gaiaservizi.com - p. IVA 01667250508

INDAGINE GEOFISICA DI TOMOGRAFIA GEOELETTRICA

E 1

E 48

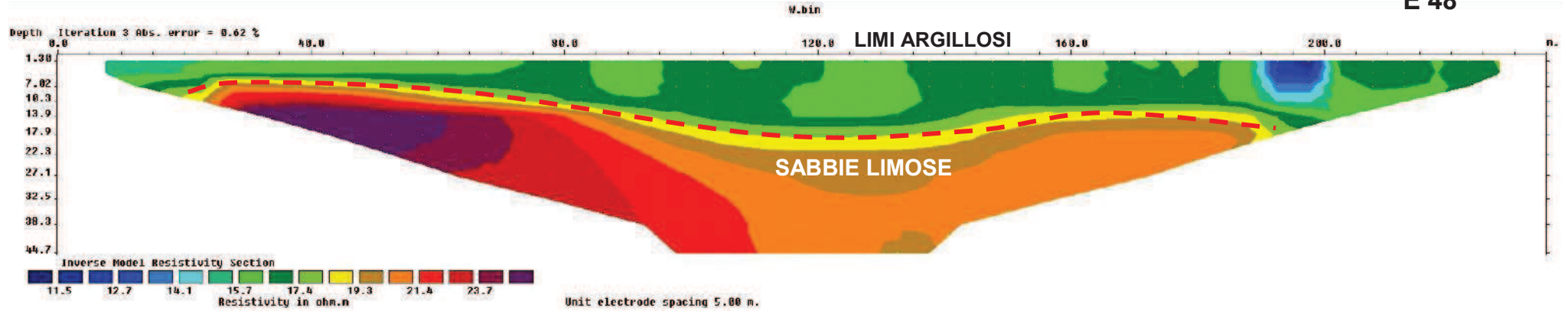


Figura 3: SEZIONE TOMOGRAFICA L1 - RESISTIVITA' ELETTRICA - Metodo Wenner

Ovest

Est

\*\*\*\*\*

San Giuliano Terme (PI),  
16 ottobre 2014

GAIA Servizi S.n.c.  
Dott. Jacopo Martini

GAIA Servizi S.n.c.  
di Massimiliano Vannozzi & C.  
Via Lenin 132 - 56017 S. Giuliano T. (PI)  
P. IVA 01667250508 N. REA PI - 145167

