



Comune di Barbaresco

Provincia di Cuneo

Regione Piemonte



RIPRISTINO DERIVAZIONE IRRIGUA E NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO IN CORPO TRAVERSA SUL FIUME TANARO

D.Lgs. 387/2003 e s.m.i., art. 12 - D.P.G.R. 29.07.2003, n. 10/R e s.m.i. -
Valutazione di Impatto Ambientale art.23 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE

TANARO POWER SPA
Via Vivaro 2 - 12051 ALBA (CN)
Corso Nino Bixio 8 - 12051 ALBA (CN)
Tel. 0173 441155 - Fax 0173 441104
C.F. - P.IVA 03436270049
tanaropower@pec.egea.it



OGGETTO

RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA GEOTECNICA

TIMBRI E FIRME



STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it

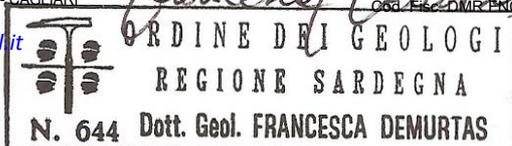


Dott. Ing. CHIARA AMORE
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n. 8304X
Cod. Fisc. MIRA CHR 75D53 L219V
n° 8304

dott. ing. Luca MAGNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n. 10941V
Cod. Fisc. MGN LCU 81T27 F335F



dott. geol. Francesca DEMURTAS
Ordine dei Geologi Regione Sardegna
Posizione n. 644
Cod. Fis. DMR FIC 79S55 E441X



CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	MAG/2022
COD. LAVORO	510/SR
TIPOL. LAVORO	D
SETTORE	G
N. ATTIVITA'	01
TIPOL. ELAB.	RS
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	04
VERSIONE	0

REDATTO

geol. Francesca DEMURTAS

CONTROLLATO

ing. Luca MAGNI

APPROVATO

ing. Chiara AMORE

ELABORATO

1.4

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
3.1 ASSETTO GEOLOGICO REGIONALE	5
3.2 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE	9
3.2.1 <i>Depositi alluvionali attuali del F. Tanaro</i>	10
3.2.2 <i>Depositi alluvionali medio-recenti</i>	11
3.2.3 <i>Marne di S. Agata Fossili (M⁴)</i>	11
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	14
4.1 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	17
4.1.1 <i>Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)</i>	17
4.1.2 <i>Il Piano Straordinario per le Aree a Rischio</i>	19
4.1.3 <i>Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – PGRA</i>	21
4.1.4 <i>Sistema Informativo Frane in Piemonte (SIFraP)</i>	22
4.1.5 <i>Piano Regolatore Generale Comunale (P.R.G.C.) del Comune di Barbaresco</i>	23
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	26
5.1 COMPLESSO ALLUVIONALE MEDIO RECENTE ATTUALE.....	26
5.1.1 <i>Campo di moto nel complesso alluvionale medio recente e attuale</i>	27
5.1.2 <i>Rapporti tra reticolo idrico di superficie e complesso alluvionale</i>	29
5.2 COMPLESSO MARNOSO	30
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	31
6.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'INTORNO DELL'AREA	31
6.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA	34
6.2.1 <i>Sondaggio a carotaggio continuo</i>	35
6.2.2 <i>Prove di laboratorio</i>	37
6.3 SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO	38
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	40
8. MODELLO GEOLOGICO	43

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Indagine geognostica e prove geotecniche –

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda gli aspetti geologici relativi al *“Ripristino derivazione irrigua e nuovo impianto idroelettrico in corpo traversa sul Fiume Tanaro nel Comune di Barbaresco (CN)”*.

Lo studio è stato eseguito a norma di quanto richiesto dal D.M. 17.01.18 Testo Unico *“Norme Tecniche per le costruzioni”*, e dalla Circolare n. 7 del 21.01.2019, del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici di cui al D.M. 17 gennaio 2018, *“Istruzioni per l’applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”*.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame si estende, nell'ambito dei limiti amministrativi del Comune di Barbaresco, nel settore a nord dell'abitato e più precisamente in sinistra idrografica del Fiume Tanaro a monte del ponte sul Fiume Tanaro della S.P. n.3.

Il settore è compreso nella Carta Topografica d'Italia alla scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare Italiano nel Foglio 69 – Tavoletta III SE "Neive" e Tavoletta III SO "Alba" (Figura 1), mentre nella carta Tecnica della Regione Piemonte si localizza nella Sezione 193050.



Figura 1 – Inquadramento area d'intervento (cerchiata in rosso) su base tavolette III SE "Neive" e III SO "Alba" Foglio n° 69 della Carta Topografica d'Italia alla scala 1:25.000 (I.G.M.I)

L'assetto dei luoghi (Figura 2) evidenzia un sistema fluviale a canali multipli evoluto verso un sistema di isole con alvei abbandonati di forma arcuata in prossimità del corso d'acqua, giustapposti a superfici fluviali conservate al margine esterno del fondovalle



Figura 2 – Inquadramento area d'intervento (cerchiata in rosso) su base BDTRE 2021

Il percorso del Fiume Tanaro si modella, quindi, nei depositi alluvionali avendo al contorno superfici terrazzate in più ordini e numerosi alvei abbandonati con forma relitta ben conservata, a testimonianza di un processo d'incisione ancora in atto dall'epoca della primitiva diversione.

Per il corso d'acqua in esame e la sua piana alluvionale di fondovalle, le caratteristiche fisiche legate all'evoluzione idrografica risultano interdipendenti con i processi di:

- variabilità dell'assetto morfologico della piana alluvionale, determinata dalla impostazione geostrutturale di tipo regionale;
- variabilità d'andamento fluviale lungo il percorso e nel tempo, connessa a parametri geometrici della piana e a fattori idrodinamici dell'alveo, condizionati dagli interventi antropici;
- variabilità di distribuzione dei banchi di sedimento in alveo (barre fluviali), conseguente alle locali disponibilità di corpi sedimentari più o meno erodibili lungo il percorso.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 ASSETTO GEOLOGICO REGIONALE

La ricostruzione geologica della zona collinare a sud del Po, comprendente le aree del Roero e delle Langhe, è stata oggetto di numerosi studi sia a carattere specialistico (paleontologico, stratigrafico, sedimentologico), sia a carattere più generale, relativamente alla ricostruzione degli eventi deposizionali e deformativi che si sono succeduti nel corso del Terziario in questo ampio bacino.

Fra gli studi a carattere generale si ricordano quelli di *Sacco (1889)*, *Gelati (1968)*, *Lorenz (1969)*, *Boni (1970)*, *Gelati & Gnaccolini (1982; 1988)* relativi alla stratigrafia del *Bacino Terziario Piemontese (B.T.P.)*; oltre al Foglio n° 69 "Asti" (Figura 3) della Carta Geologica d'Italia.

Successivi lavori (*Clari et al. 1995*, *Piana 2000*) hanno infine rivisto le teorie classiche relative all'assetto stratigrafico e strutturale del B.T.P., individuando una serie di unità tettonostratigrafiche deposte in bacini relativamente indipendenti fra loro.

In particolare la *Regione Piemonte - Direzione Ambiente*, il *C.N.R. Istituto di Geoscienze e Georisorse - Unità Operativa di Torino* e l'*Università degli Studi di Torino - Dipartimento di Scienze della Terra* hanno, attraverso l'integrazione delle competenze geologico-stratigrafiche, geologico-strutturali, micropaleontologiche e idrogeologiche, fornito, per la prima volta in Piemonte, un modello geologico tridimensionale regionale della geometria e struttura interna degli acquiferi "profondi" e "molto profondi" (oltre a quelli superficiali) e sviluppato i conseguenti modelli geologici e idrogeologici e di flusso. In questo lavoro si evidenzia che differenti successioni di età oligocenico-miocenica, prevalentemente terrigene e di ambiente marino, sono esposte nel settore meridionale del Bacino Terziario Piemontese (suddiviso in Langhe, Alto Monferrato e Borbera-Grue) ed a nord nella Collina di Torino e del Monferrato (Figura 4).

La prosecuzione laterale ed i rapporti geometrici e stratigrafici tra queste successioni sono mascherate dai depositi pliocenico-olocenici accumulati nei bacini di Savigliano ed Alessandria (*Mosca, 2006*).

“Ripristino derivazione irrigua e nuovo impianto idroelettrico in corpo traversa sul Fiume Tanaro nel Comune di Barbaresco (CN)”.

Progetto Definitivo

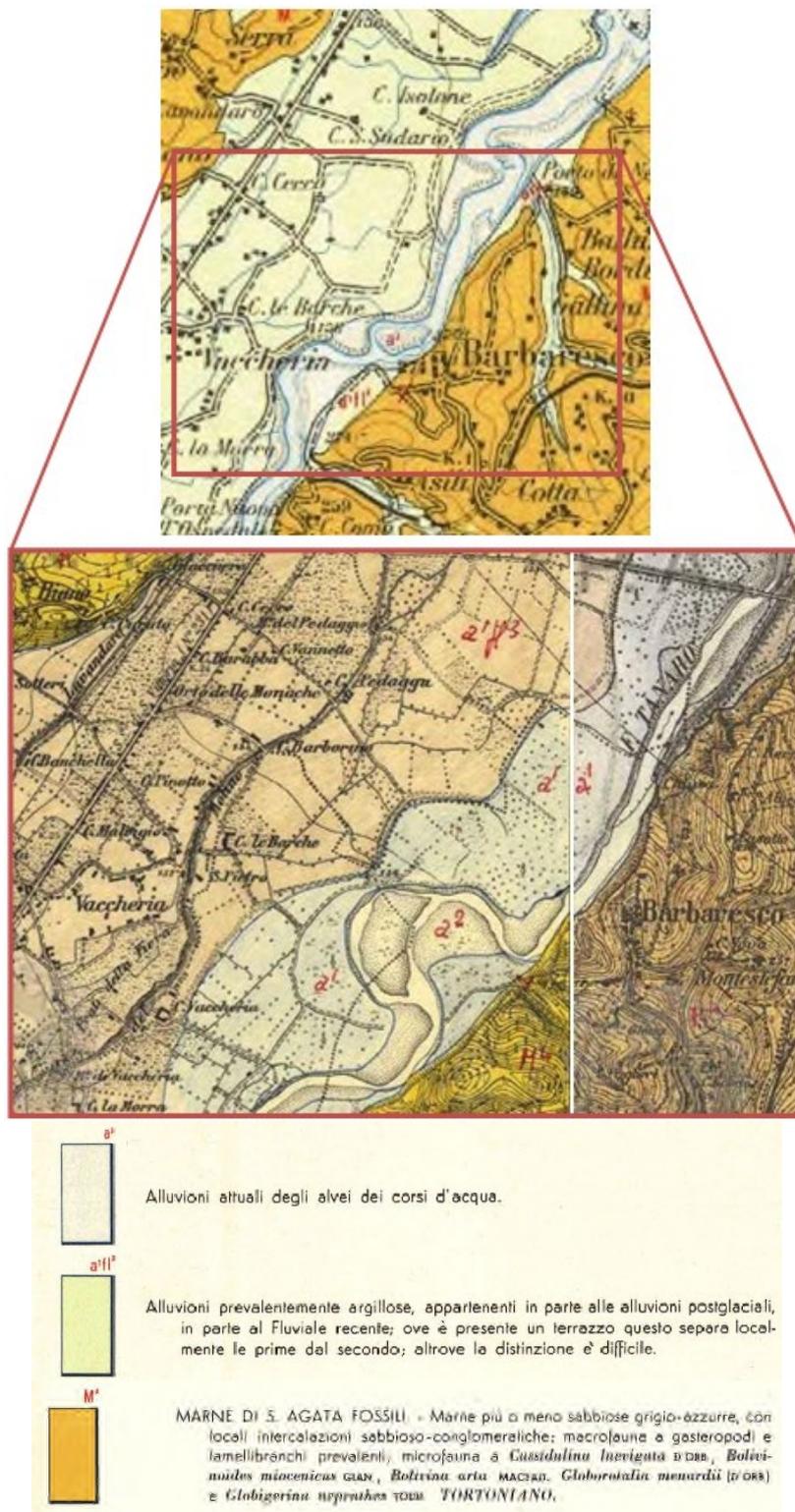


Figura 3 – Estratto dal Foglio n. 69, scala di rilievo 1:100.000, con particolare della Sez. III SO e III SE, scala di rilievo 1:25.000, della Carta Geologica d'Italia

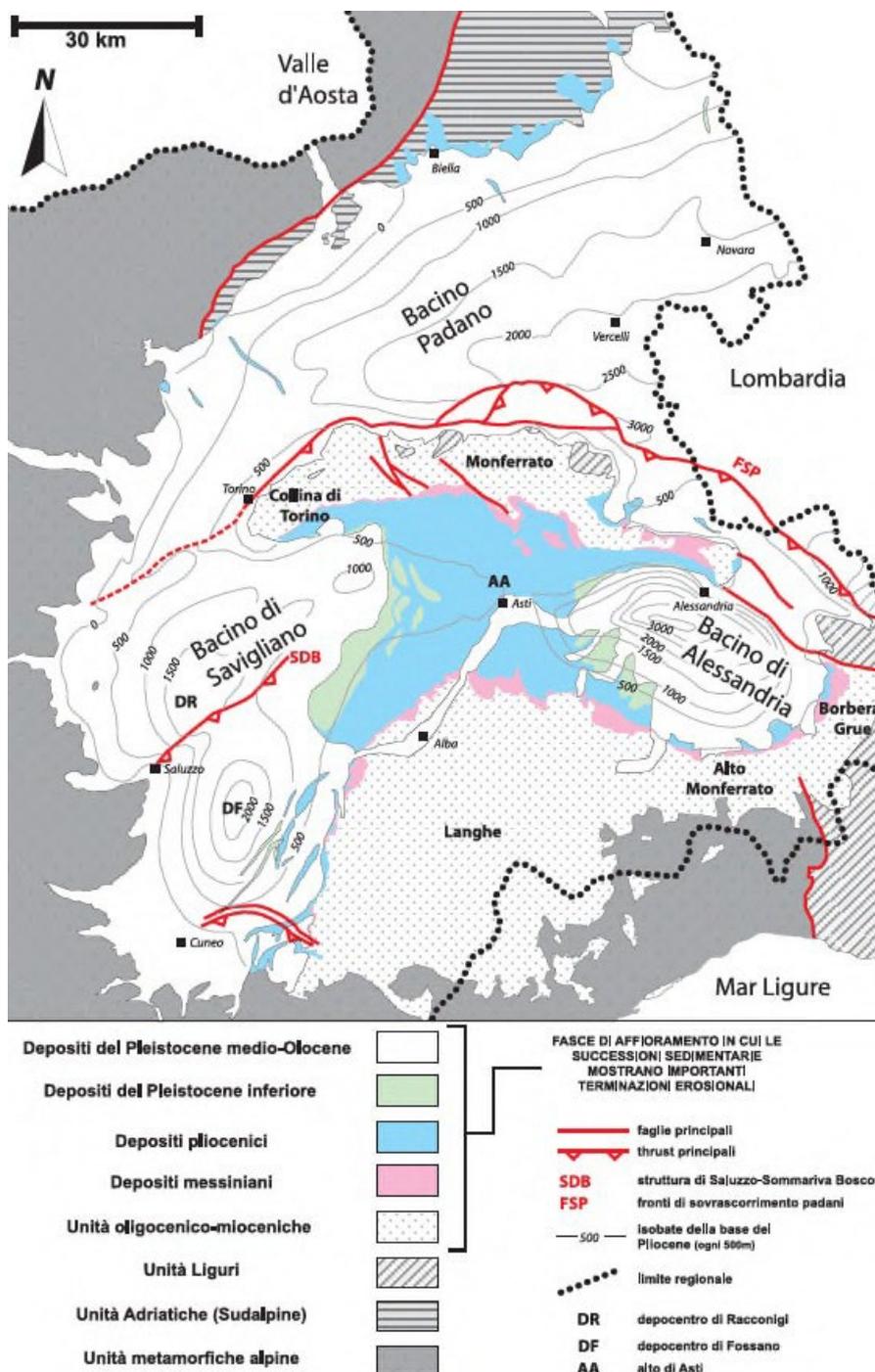


Figura 4 - Schema geologico semplificato della Regione Piemonte, in cui sono rappresentate le unità metamorfiche della catena alpina, le unità Adriatiche (Subalpine), le unità Liguri-Appenniniche, le successioni oligocenico-mioceniche, plioceniche e quaternarie affioranti e i depocentri plio-quaternari sepolti in cui risiedono i principali acquiferi della Regione (modificato da Bigi et al., 1990)

A nord del sistema Collina di Torino-Monferrato il Bacino Padano identifica, a partire dall'Oligocene, un'avanzata sviluppata su crosta insubrica in seguito alla propagazione di un sistema di fronti tettonici nord-vergenti posti sul lato meridionale e di un simmetrico sistema di fronti sud-vergenti posizionati sul lato settentrionale.

Come osservabile nella Figura 5, le successioni a sud del sistema Collina di Torino - Monferrato ed i loro compositi substrati definiscono un bacino di *piggy-back* sovra-scorsa verso nord sulle successioni terziarie del Bacino Padano.

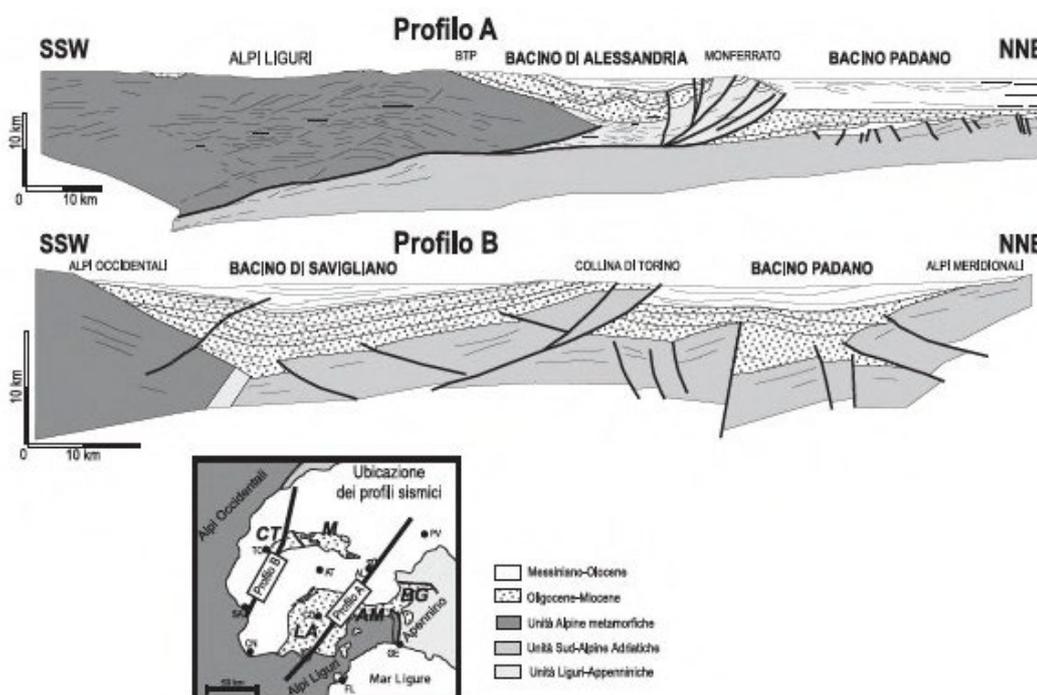


Figura 5 - Profili geologici schematici attraverso i principali elementi strutturali della Pianura Padana occidentale (modificato da: Cassano et alii, 1986; Falletti et alii, 1995; Mosca, 2006)

Dal punto di vista della caratterizzazione geologica si possono individuare due diversi ambienti geologici, nettamente distinti fra loro per la struttura geologica, l'età dei terreni e la morfologia del territorio:

- Depositi quaternari della pianura principale del Tanaro;
- Depositi oligo-miocenici.

Entro la fascia occupata dai depositi quaternari della pianura principale del Tanaro, i sedimenti sono prevalentemente formati da termini ghiaiosi, sabbiosi, disposti in lenti e livelletti con stratificazione piuttosto irregolare. Questa fascia di depositi alluvionali, di larghezza media circa 2,5 km, entro cui sono compresi l'alveo attivo del Fiume Tanaro ed i suoi recenti paleoalvei, ha una potenza media di 6 metri; questi depositi poggiano direttamente sul substrato marnoso prequaternario.

I depositi oligo-miocenici ricoprono le formazioni più antiche, cretaceo-eoceniche, generalmente non affioranti. In particolare questa serie sedimentaria, la cui età va dall'Oligocene fino al Pliocene, con massimo sviluppo dei terreni miocenici, è prevalentemente detritica, con formazioni conglomeratiche-arenacee nei termini oligocenici ed alternanze di marne ed arenarie prevalenti in quelli miocenici. La sedimentazione oligo-miocenica è rappresentata inizialmente da sequenze di depositi grossolani di ambiente continentale o transizionale; ad essa segue quindi una sedimentazione di mare profondo, con marne e potenti sequenze arenaceo-argillose, legate ad un rapido approfondimento del bacino. I corpi arenacei sono in genere interpretati come depositi di correnti di torbida a bassa efficienza dei meccanismi di trasporto, in un bacino caratterizzato da più depressioni; i livelli prevalentemente marnoso-siltosi, al contrario, sono messi in rapporto con la diminuzione degli apporti terrigeni grossolani ed una più scarsa sedimentazione. La continua alternanza di corpi torbiditici imballati nelle marne, probabilmente legata ai movimenti sinsedimentari del substrato e dell'entroterra alpino, caratterizza il BTP fino alla fine del Miocene.

In Figura 6 è schematicamente rappresentata, per il settore di Langhe e Roero in esame, la sequenza stratigrafica miocenica medio-superiore. In essa si può notare come la successione stratigrafica sia caratterizzata in prevalenza dall'alternanza di termini arenacei a granulometria grossolana con termini argilloso-marnosi

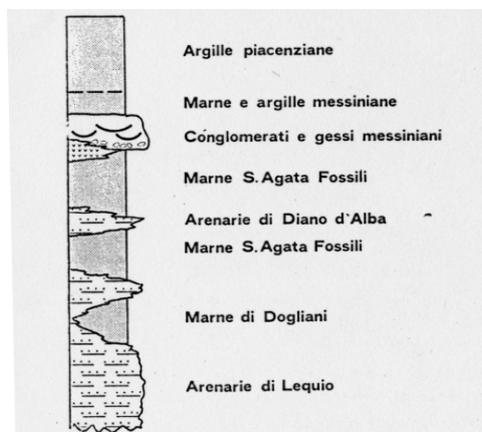


Figura 6 - Schema stratigrafico relativo al Miocene medio - superiore in bassa Langa (da Bottino et alii, 1985)

3.2 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

In riferimento a quanto esposto nella *"Relazione geologica e geotecnica sulle indagini"* a firma del Dott. Geol. Sergio Rolfo, redatta anche sulla base dei rilievi geologici effettuati a ottobre-dicembre 2014 finalizzati alla ricostruzione del volume geologico significativo dell'area e dall'esame delle indagini svolte in sito / in laboratorio (ALLEGATO 1), la stratigrafia dell'area può essere così ripartita (dall'alto verso il basso):

- Depositi alluvionali attuali del F. Tanaro;
- Depositi alluvionali medio-recenti;
- Marne di S. Agata Fossili.

3.2.1 Depositi alluvionali attuali del F. Tanaro

Rappresentano gli episodi più recenti della sedimentazione del F. Tanaro. Comprendono sabbie e ghiaie con ciottoli, con frazioni limose localmente ben espresse. Il suolo è di norma poco sviluppato (Figura 7).



Figura 7 - Panoramica e particolare dei depositi alluvionali attuali del F. Tanaro

La distribuzione di questi depositi segue l'andamento dell'alveo attuale del F. Tanaro.

L'unità possiede spessore variabile in relazione allo sviluppo planimetrico dell'alveo di piena, che in parte rielabora e in parte incide questi depositi, mantenendosi comunque nell'ordine di pochi metri.

3.2.2 Depositi alluvionali medio-recenti

Rappresentano i depositi terrazzati del F. Tanaro e del reticolo idrografico minore.

Si tratta di ghiaie ciottolose in abbondante matrice sabbioso – limosa, con lenti di sabbia e sabbia limosa anche di notevoli dimensioni (Figura 8) e locali livelli e corpi lentiformi limoso-argillosi.

I caratteri morfometrici indicano ciottoli con basso grado di sfericità mentre la tessitura è fortemente eterometrica.



**Figura 8 - a) Panoramica dei depositi alluvionali medio-recenti;
b) Particolare dei depositi alluvionali medio-recenti**

3.2.3 Marne di S. Agata Fossili (M⁴)

Si tratta di un complesso di marne omogenee, coerenti, di colore grigio-azzurro spesso a frattura irregolarmente concoide, cui localmente si intercalano livelli di peliti siltose grigie e corpi arenacei e conglomeratici. Rappresenta una fase di sedimentazione di mare aperto, come indicato anche dalle associazioni di resti fossili presenti; l'età è riferita al Miocene medio (Tortoniano). Nella sezione tipo, presso l'abitato di S. Agata Fossili, il contenuto in carbonato di calcio è intorno al 35%, corrispondente al limite compositivo tra le marne propriamente dette. Nell'intorno dell'area di progetto, al contrario, il contenuto in carbonati risulta di norma molto inferiore e i litotipi

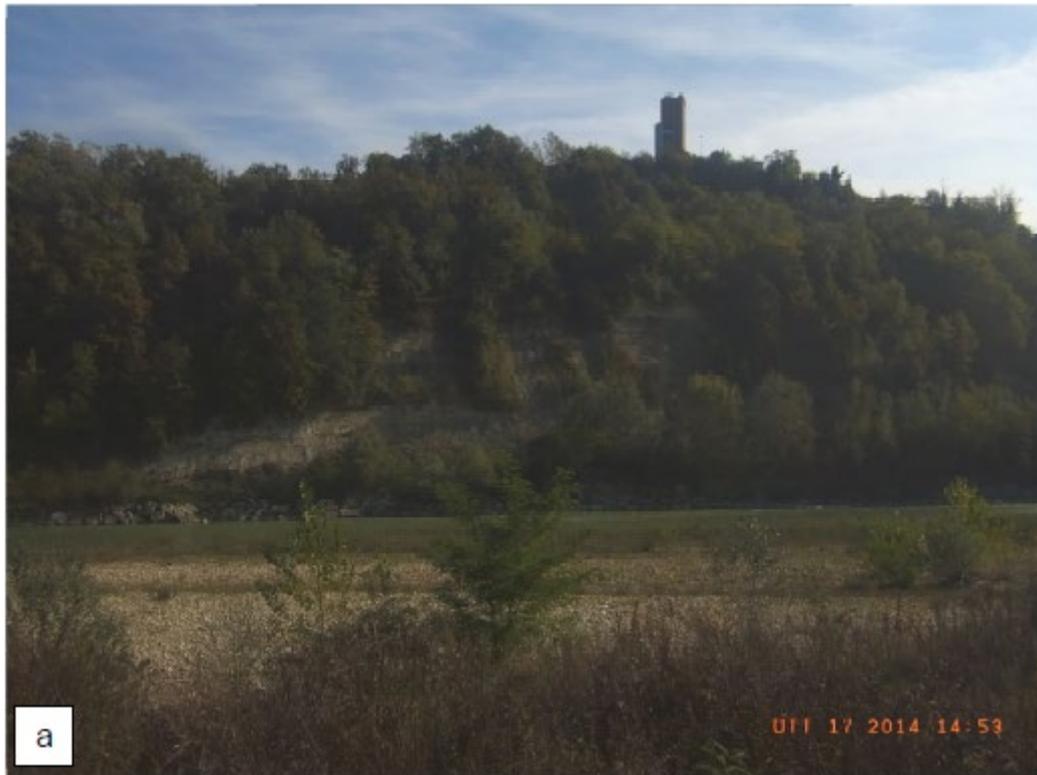
sono classificabili come argille marnose. Di conseguenza le caratteristiche litologiche e il comportamento geotecnico risultano influenzati in modo significativo dalla componente argillosa.

Le superfici di stratificazione sono di norma indistinte e mal definite. L'assetto giaciturale è a monoclinale debolmente inclinata (5° - 10°) verso N-NO.

Le Marne di S. Agata compaiono in superficie sia nell'alveo del Fiume Tanaro (Figura 9), sia lungo la scarpata sottostante il Comune di Barbaresco (Figura 10).



Figura 9 - Affioramenti delle Marne di S. Agata Fossili: a) Affioramento nell'alveo del Fiume Tanaro visto dalla destra idrografica; b) Particolare dell'affioramento in sinistra idrografica



*Figura 10 - Affioramenti delle Marne di S. Agata Fossili: a) Scarpata sottostante l'abitato di Barbaresco;
b) Particolare di un affioramento in destra idrografica*

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'assetto morfologico è conseguente alle divagazioni del fiume Tanaro, come testimoniato dalle diffuse tracce di modellamento fluviale visibili sul terreno, meglio ancora, da fotografie aeree; si possono riconoscere, infatti, vecchi alvei abbandonati, mentre, più generalmente, anche la semplice tessitura agraria, con le sue diverse geometrie, permette di distinguere le fasce di terreno, progressivamente abbandonate dal fiume ed insediate da colture agricole.

La superficie topografica dell'area d'intervento, collocata nella Valle Tanaro, è caratterizzata da un assetto pianeggiante interrotto dai terrazzi fluviali connessi al reticolo del F. Tanaro.

L'assetto dell'area è quindi quello di un profondo solco erosionale sul fondo del quale è stata depositata una sottile coltre di depositi alluvionali (la potenza dei depositi tende ad aumentare in direzione dei rilievi collinari del Roero e a ridursi in direzione dell'alveo del Fiume Tanaro) la cui geometria interna è definita da interdirezioni di lenti allungate e separate da superfici erosive, leggermente concave, mentre la granulometria è decrescente verso l'alto con ghiaie alla base, sabbie prevalenti e limi con sabbia a tetto.

L'evoluzione morfologica quaternaria dell'area risulta, infatti, profondamente condizionata da una serie di importanti fenomeni di deviazione fluviale ("diversione del Po", "tracimazione del Tanaro", ecc.), derivanti dall'interazione tra la mobilità tettonica recente, la situazione morfologica al contorno, l'elevata erodibilità delle formazioni presenti (*Carraro et al., 1991*).

La fascia alluvionale è piuttosto regolare con larghezza compresa tra 2 ÷ 2.5 Km, racchiusa entro versanti, con quote massime omogenee sia in sponda destra che sinistra, poco inferiori a 150 m s.l.m.

Il substrato risulta affiorante in alveo sia nel tratto a monte, sia nel tratto a valle del settore in oggetto.

A monte dell'intervento in progetto

Il tratto del corso d'acqua presenta un ampio meandro in cui è presente un processo di erosione in sinistra idrografica (Figura 11).

In destra idrografica, lungo il versante che sottostà all'abitato di Barbaresco, sono presenti opere di difesa, rappresentate da scogliere a massi ciclopici e opere di ingegneria naturalistica (gradonate e palificate a parete doppia).

Si evidenzia come alcune tratte delle scogliere a massi ciclopici siano parzialmente compromesse nella loro funzionalità (Figura 12), come meglio indicato all'interno dell'Elab. 1.1 e come il fondo alveo sia costituito prettamente da marna affiorante e parzialmente modellata dai fenomeni erosivi del Tanaro.



Figura 11 – Immagine tratta da Google Earth: 2016 a sx e 2021 a dx



Figura 12 - Fotogramma di un tratto della scogliera a massi ciclopici compromessa



*Figura 13 – Sponda sinistra in corrispondenza della curva a gomito
a monte dell'impianto idroelettrico in progetto*

In corrispondenza dell'intervento in progetto

La tratta in sinistra idrografica del corso d'acqua risulta incisa e caratterizzata dal parziale collasso, occorso nell'anno 2010, della traversa esistente. La conseguente erosione dei depositi alluvionali medio recenti è osservabile nella Figura 14.

L'area di realizzazione della centrale è stata oggetto di intensi processi di erosione di sponda proprio a seguito del collasso di parte della traversa avvenuto nel 2010 (Figura 7); i deflussi di piena hanno infatti aggirato l'opera in sinistra determinando ampie aree di erosione a spese dei depositi alluvionali.

Tale situazione può essere superata sia con la messa in opera della traversa in progetto, sia con la realizzazione di opere di difesa spondale in continuità a monte e valle, in sinistra idrografica, con quelle esistenti.



Figura 14 - Immagine tratta da Google Earth successive ad eventi di piena: 2011 a sx e 2017 a dx

Il confronto tra i rilievi storici ha mostrato una tendenza generale all'approfondimento del fondo alveo e un ampliamento della sezione di deflusso del Tanaro nel tratto in analisi; in particolare questi effetti, nel contesto geomorfologico ancora piuttosto instabile, sono stati anche accentuati dalla rimozione della soglia a valle del ponte di Neive e dal collasso della traversa di derivazione avvenuto nel 2010. Attualmente in alveo si rileva la presenza del substrato affiorante sia a valle dell'impianto in progetto che a monte.

A valle dell'intervento in progetto

In sinistra idrografica è presente un deposito alluvionale recente particolarmente esteso (Figura 7) mentre per la restante tratta, fino al ponte della S.P. n° 3, l'alveo scorre su depositi marnosi (Figura 9).

In destra idrografica i depositi alluvionali attuali sono via via più estesi verso valle.

Dall'immagine di Figura 15 si evidenziano i già citati fenomeni erosivi in corpo sull'alveo del Tanaro che hanno portato alla messa a nudo delle fondazioni delle pile del ponte.



**Figura 15 – Ponte di Neive. In evidenza l’abbassamento del fondo alveo
con messa a nudo delle fondazioni delle pile del ponte, intestate su marna affiorante**

4.1 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Per una caratterizzazione generale della pericolosità del territorio si è fatto riferimento ad una serie di documenti, a carattere geologico-geomorfologico-idrologico, disponibili presso le Pubbliche Amministrazioni.

4.1.1 Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Il Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) elaborato dall’Autorità di Bacino del Fiume Po, approvato in data 24 maggio 2001 con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dell’8 agosto 2001), definisce e programma le azioni necessarie a garantire un adeguato livello di sicurezza sul territorio, perseguendo il recupero della funzionalità dei sistemi naturali, il ripristino, la riqualificazione e la tutela degli ambiti fluviali e delle caratteristiche ambientali del territorio.

A seguito dell’approvazione del PAI (2001) il fiume Tanaro è stato oggetto di studi di carattere idraulico che hanno approfondito e dettagliato le conoscenze circa i valori delle portate di piena di riferimento e il comportamento idraulico in piena del corso d’acqua. Sulla base delle nuove conoscenze ed in continuità con gli atti di pianificazione già adottati (es. PGRA) è stato adottato con Decreto n 321/2021 del 3 agosto 2021 il *“Progetto di aggiornamento del Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino del fiume Po e del PGRA del Distretto idrografico del Po: Fiume Tanaro da Ceva alla confluenza nel fiume Po”.*

Il progetto di aggiornamento del Piano di bacino distrettuale è adottato al fine di assicurare il coordinamento tra i contenuti degli elaborati del PAI relativi ai corsi d’acqua che ne costituiscono oggetto ed il *“Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico del fiume Po”* (PGRA) con riferimento ai corsi d’acqua dell’ambito territoriale interessato, al fine della riduzione delle potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per

la vita e la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. L'adozione del Progetto di aggiornamento del Piano di bacino distrettuale costituisce altresì adempimento dell'art. 7, comma 3, lett. a e dell'art. 9, comma 1 del D. Lgs. n. 49/2010.

Il tratto d'interesse è caratterizzato da un andamento planimetrico irregolare, con meandri più ampi dove il fondovalle lo permette. I processi evolutivi sono generalmente lenti e i fenomeni di erosione spondale locali e limitati, seppur talvolta influenti sulla stabilità dei versanti collinari come nel caso della rocca di Barbaresco. Le aree di esondazione sono estese, frequentemente attraversate da rilevati stradali e con incidenza diffusa di insediamenti industriali e civili. Significativa è la presenza di opere di difesa sia longitudinali che trasversali con qualche tratto arginato in corrispondenza dei maggiori centri abitati.

In numerosi tratti tra Alba e Asti le aree golenali di fascia B non risultano allagabili e con tiranti modesti e insufficienti ai fini della laminazione della piena, ciò appare causato da processi di forte abbassamento dell'alveo inciso (all'interno del quale defluisce l'intera portata di piena), nonché in alcuni casi dalla presenza di rilevati e setti arginali golenali prospicienti la sponda dell'alveo inciso medesimo. In Figura 16 si riportano le modifiche alle fasce del PAI introdotte dalla nuova variante.

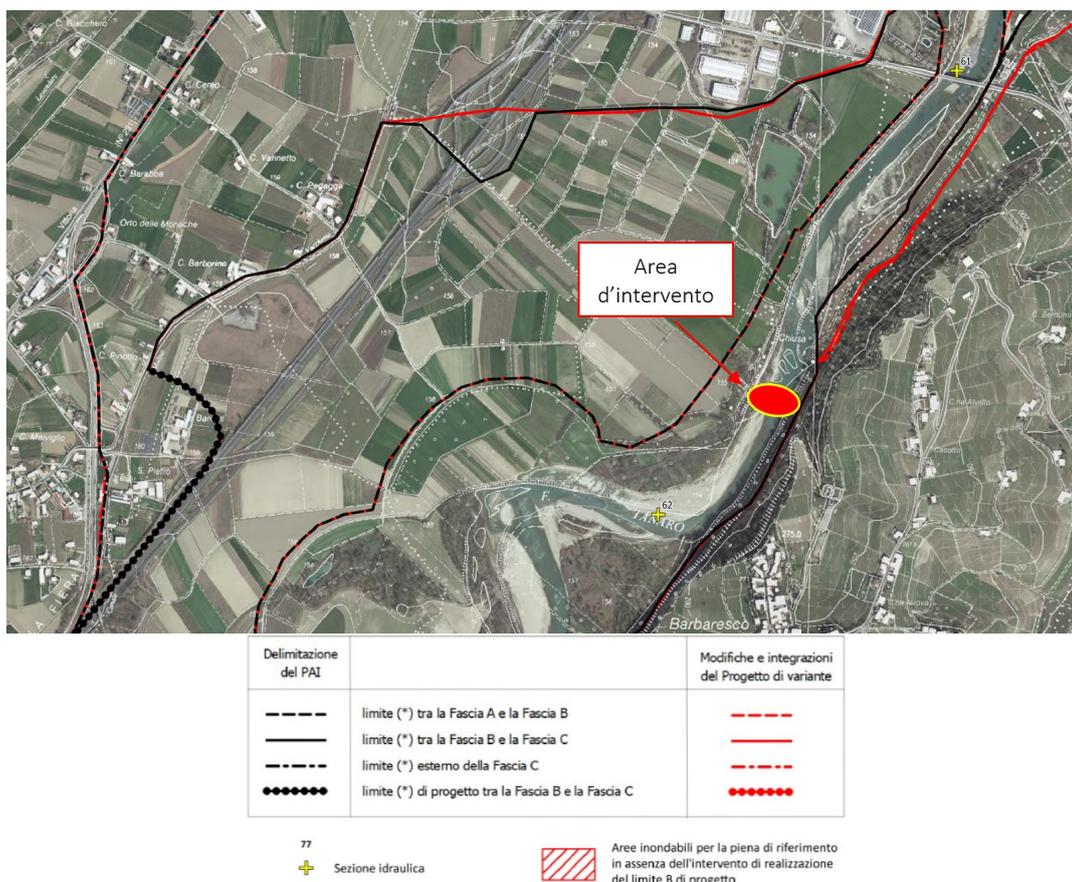


Figura 16 – Estratto della Tav. 5 del Progetto di Variante al PAI – Fiume Tanaro da Ceva alla confluenza fiume Po

In Figura 17 si riporta invece la delimitazione dei dissesti, dalla quale risulta evidente la presenza di un'area di esondazione a pericolosità molto elevata, classificata Ee in destra idrografica a valle della traversa esistente.

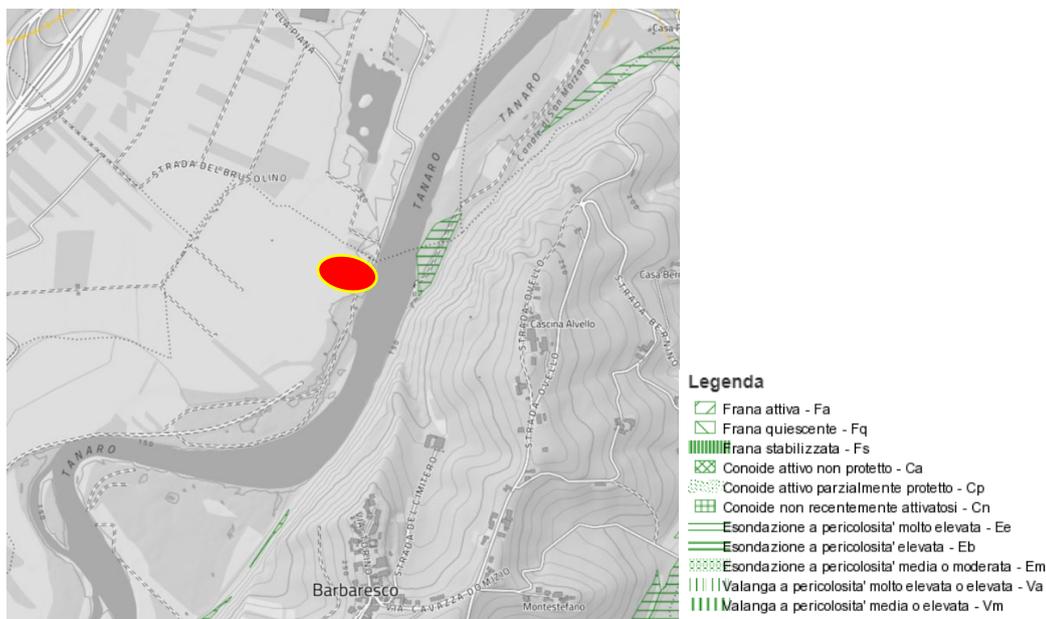


Figura 17 – Estratto dalla carta dei dissesti (Fonte: geoportale della Regione Piemonte)

4.1.2 Il Piano Straordinario per le Aree a Rischio

Introdotta dall'art. 1, comma 1-bis del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, con la legge di 3 agosto 1998, n. 267, il Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS267) si connota come strumento che affronta in via di urgenza, secondo una procedura più rapida che deroga da quanto previsto per la pianificazione ordinaria, le situazioni più critiche nel bacino idrografico, in funzione del rischio idrogeologico presente.

Il PS267 è stato approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 26 ottobre 1999; con successive deliberazioni n. 20, in data 26 aprile 2001, e n. 5, del 3 marzo 2004, il Comitato istituzionale ha approvato un primo ed un secondo aggiornamento del Piano.

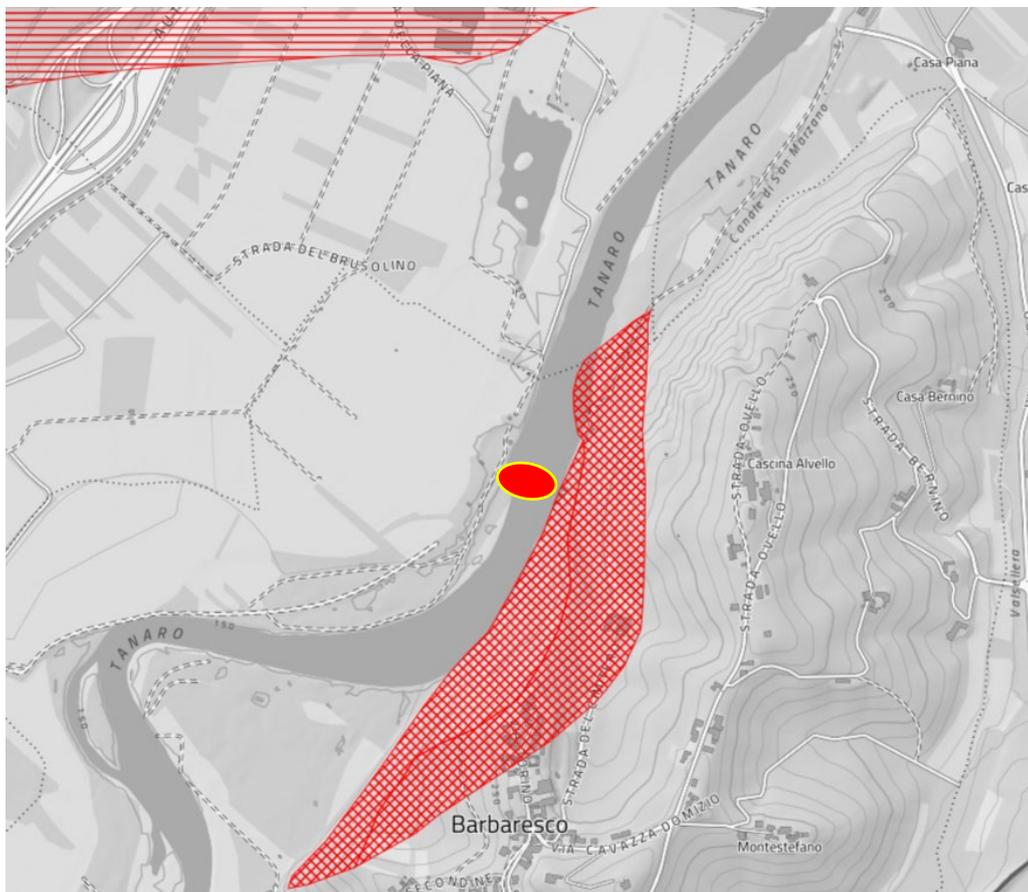
Le linee di azione del Piano 267 si esplicitano in

1. azioni a carattere preventivo e temporaneo:
 - individuazione, classificazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato del bacino per l'incolumità delle persone e per la sicurezza delle infrastrutture e del patrimonio ambientale e culturale;
 - definizione e adozione delle limitazioni d'uso del suolo da adottare come misure di salvaguardia nelle aree a rischio;

2. interventi strutturali a carattere definitivo:

- individuazione degli interventi di mitigazione del rischio atti a rimuovere le situazioni a rischio più alto.

In Figura 18 si evidenzia la presenza in destra del Tanaro, sul versante che conduce all'abitato di Barbaresco, la presenza di una zona ad elevato rischio idrogeologico. Si evidenzia che proprio la sponda destra del fiume a monte dell'area d'intervento sono stati realizzati degli interventi di difesa spondale a protezione delle rocche di Barbaresco in seguito ai rilevanti processi erosivi verificatesi in seguito all'evento alluvionale del 1994.



Legenda

- ZONA 1 area instabile o che presenta elevata probabilita' di coinvolgimento in fenomeni di dissesto
- ZONA 2 area potenzialmente instabile o in cui l'intensita' dei fenomeni di dissesto e' ritenuta media
- ZONA B-PR area b di progetto potenzialmente interessata da inondazioni con Tr <= 50 anni
- ZONA I area potenzialmente interessata da inondazioni con Tr <= 50 anni

Figura 18 – Delimitazione delle aree a rischio molto elevato

4.1.3 Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – PGRA

Il PGRA è lo strumento previsto dalla Direttiva europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D. Lgs. 49/2010, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni per ridurre gli impatti negativi delle alluvioni sulla salute, l'economia e l'ambiente e favorire, dopo un evento alluvionale, un tempestivo ritorno alla normalità. Il Piano, approvato dall'Autorità di Bacino del fiume Po nella seduta del Comitato Istituzionale del 3 marzo 2016 riguarda tutto il distretto e viene sviluppato con il coordinamento fra l'Autorità di bacino e le Regioni territorialmente interessate e le Regioni ed il Dipartimento nazionale di Protezione Civile.

In Figura 20 si riporta un estratto del Piano vigente aggiornato al 2019.

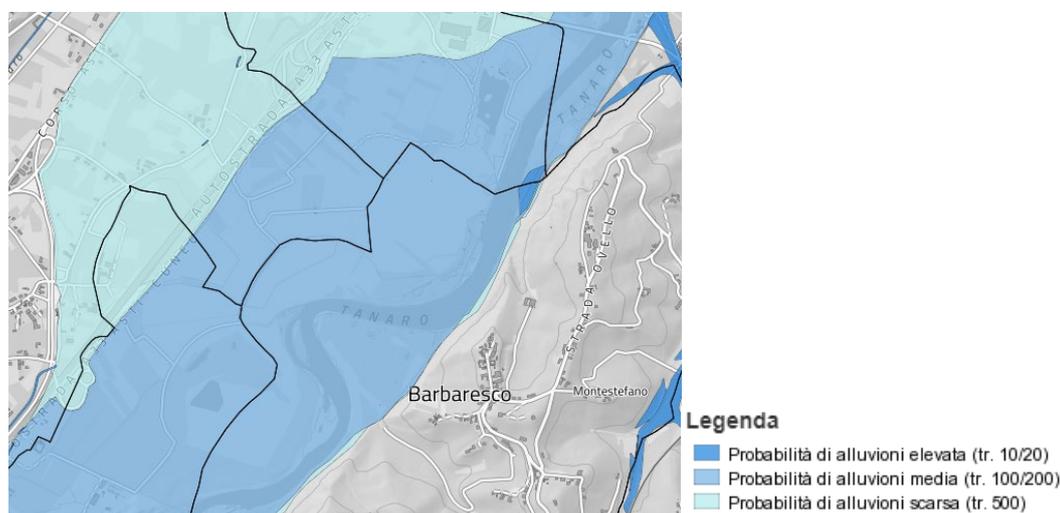


Figura 19 – Estratto del PGRA vigente per l'area d'interesse (fonte: geoportale Regione Piemonte)

Come esposto in precedenza, nell'ambito del "Progetto di aggiornamento del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po e del PGRA del Distretto idrografico del Po: Fiume Tanaro da Ceva alla confluenza nel fiume Po" sono state apportate, per congruenza alla variante PAI, delle modifiche alle delimitazioni del PGRA, nel dettaglio:

- lo scenario raro (L), è stato adeguato in modo da farlo coincidere con il limite di fascia C;
- lo scenario "poco frequente" (M) è stato aggiornato in modo da avere coincidenza con il limite di fascia B naturale, ad eccezione dei tratti in cui l'alveo risulta essere fortemente inciso;
- l'area allagabile per TR20 anno è stata fatta coincidere con lo scenario M in quanto non si dispone di conoscenze adeguate alla sua delimitazione.

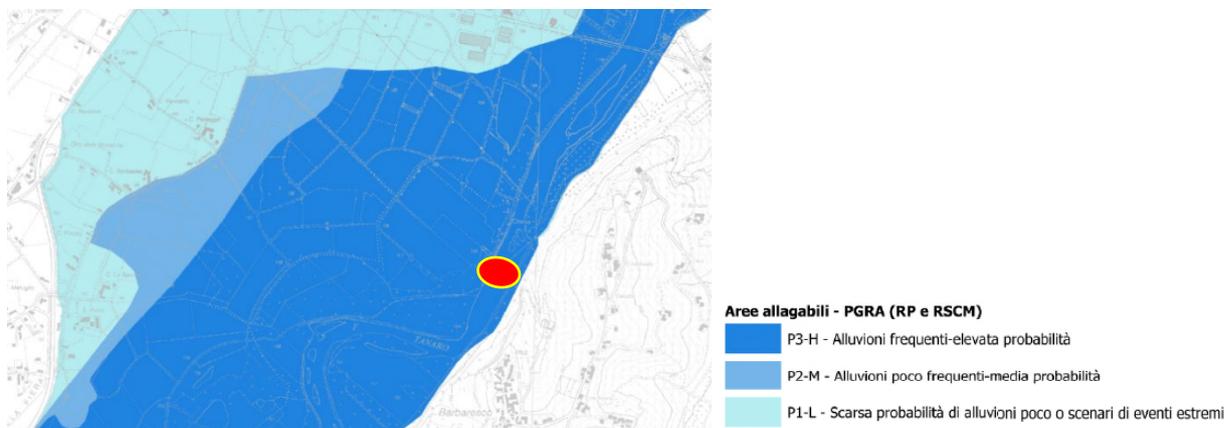


Figura 20 - Estratto della Tav. 5 del Progetto di Variante al PAI – Fiume Tanaro da Ceva alla confluenza fiume Po. Aggiornamento della delimitazione delle aree allagabili del PGRA del fiume Tanaro

4.1.4 Sistema Informativo Frane in Piemonte (SIFraP)

Il Sistema Informativo Frane in Piemonte (SIFraP) nasce come estensione del Progetto Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI, 2002-2005), con l'obiettivo di integrare, sviluppare ed aggiornare costantemente la base dati relativa ai fenomeni franosi in Piemonte, ponendosi come quadro di riferimento scientifico-conoscitivo a livello regionale. La Figura 21 evidenzia la presenza di due inclinometri ed un piezometro installati in corrispondenza del versante sottostante l'abitato di Barbaresco, mentre le figure successive mostrano la stratigrafia semplificata dei sondaggi effettuati in corrispondenza dei due inclinometri.

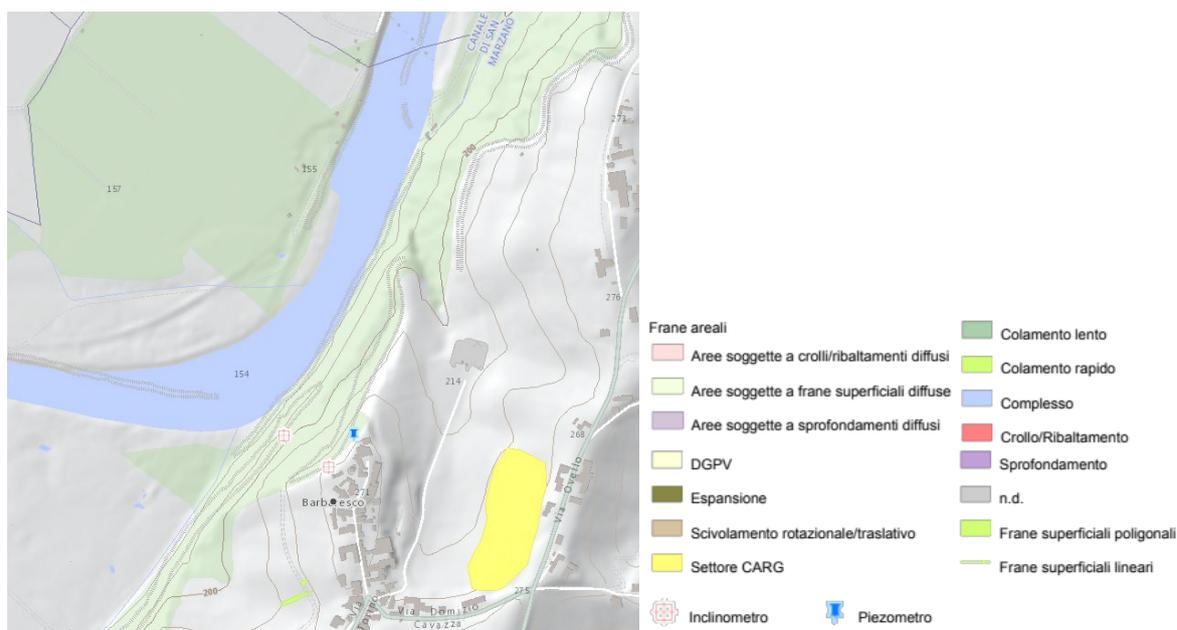


Figura 21 – Estratto cartografia SIFraP e della rete di monitoraggio dei movimenti franosi

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S3	Barbaresco	CN	Torre medioevale
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
4/9/1995	4/9/1995	30.50	Movimento franoso Barbaresco

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
990	2.50	materiale diripporto
990	10.00	limo argilloso
990	10.50	limo argilloso debolmente sabbioso
990	13.80	limo argilloso
990	14.50	limo argilloso debolmente sabbioso
990	24.80	limo argilloso
990	25.80	limo argilloso debolmente sabbioso
990	30.50	limo argilloso

Figura 22 – Stratigrafia semplificata del sondaggio S3 (A.R.P.A. Piemonte)

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S4	Barbaresco	CN	Torre medioevale
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
7/9/1995	7/9/1995	30.00	Movimento franoso Barbaresco

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
991	3.80	materiale diripporto
991	7.50	sabbia fine argillosa con limo
991	9.50	limo con argilla
991	11.50	sabbia fine argillosa con limo
991	23.00	limo con argilla
991	24.50	sabbia fine argillosa con limo
991	30.00	limo con argilla

Figura 23 - Stratigrafia semplificata del sondaggio S4 (A.R.P.A. Piemonte)

4.1.5 Piano Regolatore Generale Comunale (P.R.G.C.) del Comune di Barbaresco

Le condizioni di pericolosità geomorfologica del territorio e la sua idoneità all'utilizzo urbanistico sono definite dagli elaborati del Piano Regolatore Generale, approvato dalla *Regione Piemonte - Assessorato Urbanistica* in data 23 gennaio 2001, relativi al territorio del Comune di Barbaresco. Le varianti successive non modificano gli ambiti dell'idoneità geologica all'utilizzo urbanistico.

Gli elaborati maggiormente significativi per la valutazione dell'assetto dell'area e l'individuazione dei fattori di propensione al dissesto sono rappresentati, coerentemente alle prescrizioni della DGR Circ. n. 7/LAP, dai documenti:

- Carta geomorfologica e del dissesto in atto;
- Carta del reticolo idrografico minore;
- Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica e dalla Relazione Tecnica.

"Ripristino derivazione irrigua e nuovo impianto idroelettrico in corpo traversa sul Fiume Tanaro nel Comune di Barbaresco (CN)".

Progetto Definitivo

Nella Carta geomorfologica e del dissesto in atto (Figura 24), l'area in sinistra idrografica risulta inserita in Area inondata e/o alluvionale del corso d'acqua principale nel corso dell'evento alluvionale del novembre 1994, senza particolari tracce di erosione, presenti viceversa a monte dell'area in esame.

Il versante collinare, in destra idrografica all'area in esame, pur collocandosi nell'ambito di un territorio caratterizzato da una diffusa ed elevata propensione al dissesto in concomitanza di eventi meteo-idrologici intensi non risulta, nella *Carta geomorfologica e del dissesto in atto* allegata al P.R.G., interessato da dissesti ma sono segnalati solo orli di scarpata e ondulazioni del terreno con locali ristagni d'acqua.

L'intero settore interessato dal progetto ricade nella Classe IIIa della Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica (Figura 25).

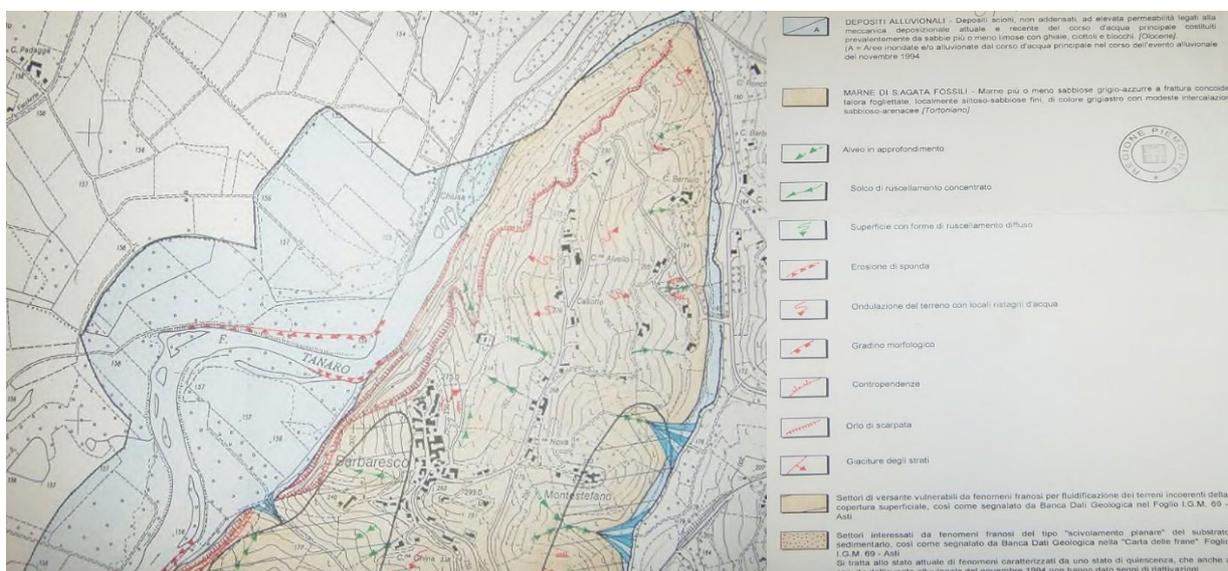


Figura 24 – Estratto della Carta di geomorfologica e del dissesto in atto, allegata al P.R.G. del Comune di Barbaresco.

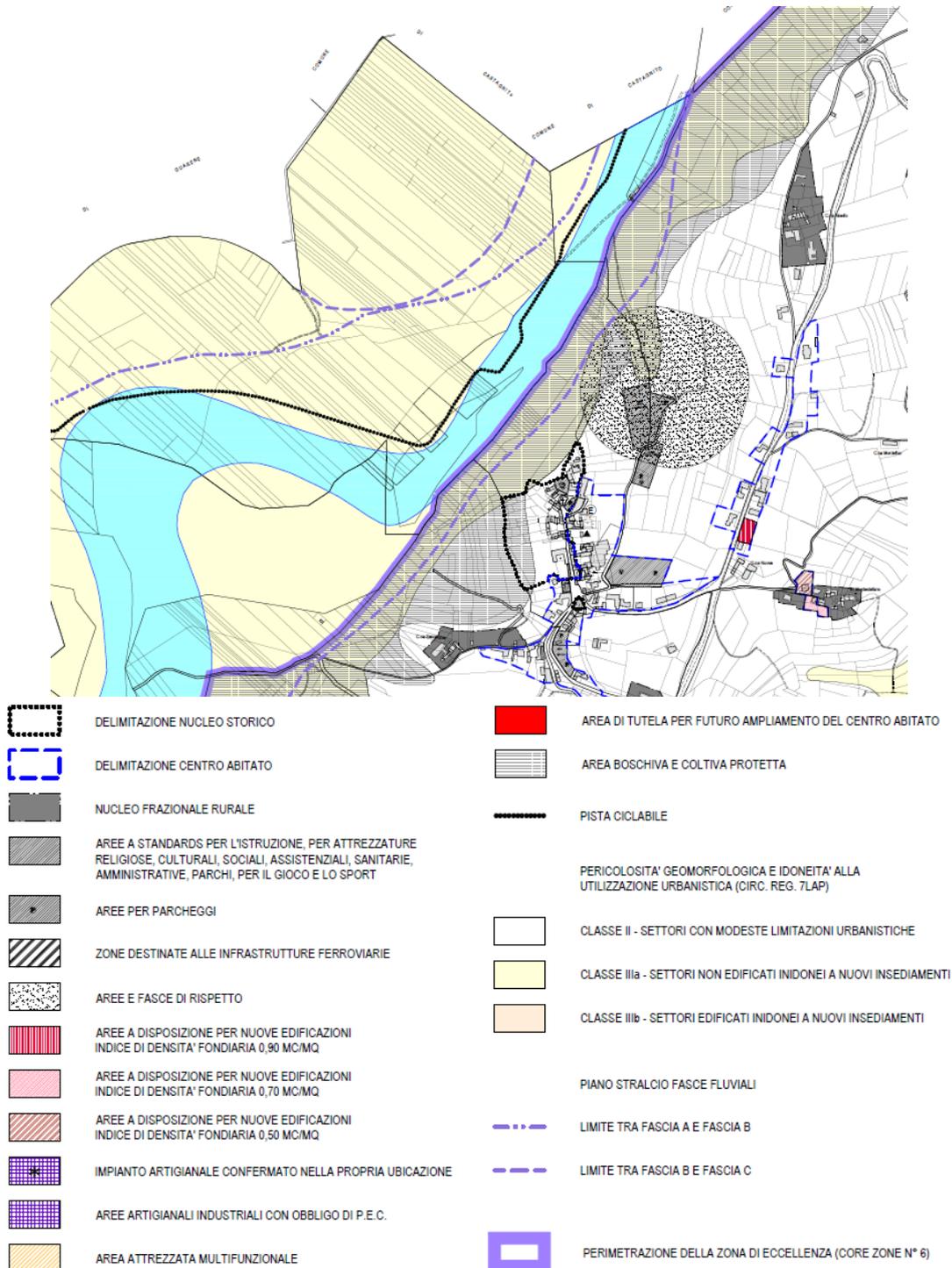


Figura 25 – Estratto della Tav. 2 del PRGC

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le litologie presenti nell'area in esame, sulla base delle caratteristiche geoidrologiche, sono raggruppate in unità idrogeologiche in analogia a quanto proposto in analoghi lavori (*Progetto Tanaro - Beretta et alii, 2000*).

L'assetto idrogeologico è stato quindi ricostruito individuando Serie Idrogeologiche, differenziate per genesi e per età. Dalla più recente alla più antica, le serie presenti, nel settore in esame, sono le seguenti:

- Serie Quaternaria: complesso alluvionale medio recente e attuale;
- Serie Miocenica: complesso marnoso.

Le caratteristiche sedimentarie e le modalità di deposito nella Serie Quaternaria del Complesso alluvionale medio recente e attuale, sono state pesantemente condizionate dall'intensa dinamica fluviale e da un insieme di fattori tettonici durante l'intero Quaternario. I sollevamenti sequenziali che hanno interessato il cuneese (*Carraro et alii, 1976*) sono responsabili del rapido approfondimento del reticolo fluviale e di importanti fenomeni di diversione, come quello che ha deviato il corso del Fiume Tanaro all'altezza di Bra.

Alla base del Complesso alluvionale medio recente e attuale si osserva una superficie di discontinuità che separa quest'unità quaternaria dalle unità mioceniche, corrispondenti alle Marne di S. Agata Fossili (Complesso marnoso), le quali possono essere ritenute impermeabili a base dell'acquifero superficiale.

Localmente, comunque, queste sequenze presentano una certa permeabilità per fratturazione che permette la risalita di acque profonde. Sono inoltre presenti intercalazioni di livelli a granulometria più grossolana che permettono la circolazione idrica, ma la potenza ridotta di tali intercalazioni e la mancanza di una loro continuità laterale fa sì che non costituiscano livelli acquiferi di importanza rilevante a scala regionale.

5.1 COMPLESSO ALLUVIONALE MEDIO RECENTE ATTUALE

La successione di termini del Complesso alluvionale medio recente e attuale viene di seguito esposta:

- Unità 0: Terreno agrario / rimaneggiato

Terreno a comportamento intermedio tra granulare e coesivo. Permeabilità primaria per porosità i cui valori sono variabili in relazione all'assortimento granulometrico.

- Unità 1: Ghiaia e sabbia

Permeabilità primaria per porosità con valori relativi elevati, variabili in relazione al rapporto ghiaia/sabbia e dalla presenza di limo e argilla.

Rappresenta, con i suoi 4 m ÷ 6 m di potenza, l'unità a permeabilità relativa maggiore compresa tra il terreno agrario / rimaneggiato sovrastante e le marne argillose, a permeabilità da bassa a nulla, sottostanti. Al suo interno si mantiene la circolazione della falda. In riferimento a quanto esposto nella *"Relazione geologica e geotecnica sulle indagini"* a firma del Dott. Geol. Sergio Rolfo, l'esame delle curve granulometriche, provenienti dal sondaggio S1 realizzato ad ottobre/novembre 2014 (ALLEGATO 1), permette di stimare, sulla base della formula di Hazen (1911), il coefficiente di permeabilità K.

Progetto Definitivo

Considerando l'intervallo di valori 0.03 ÷ 0.08 mm (diametro corrispondente al 10% del passante - D10) ed un valore di 100 per la costante C si ottiene

$$K = C \frac{(D_{10})^2}{10^4} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \div 6.4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}$$

L'acqua della falda libera è utilizzata essenzialmente a scopo irriguo/domestico.

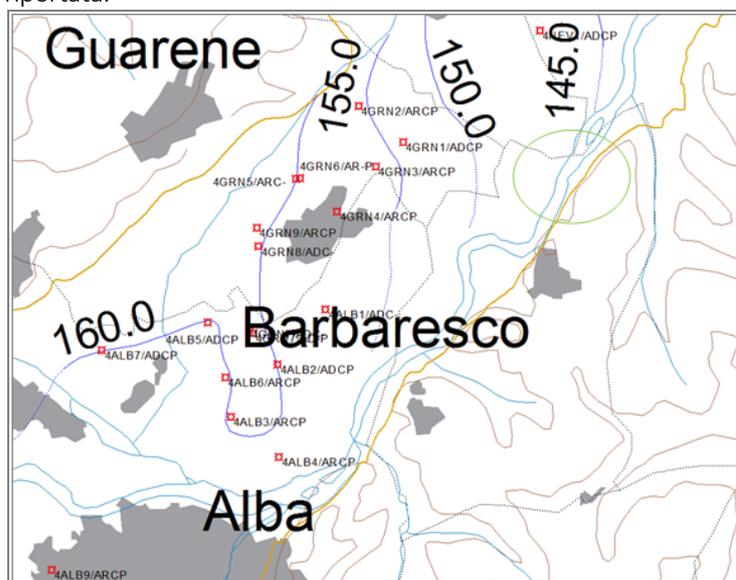
5.1.1 Campo di moto nel complesso alluvionale medio recente e attuale

Nei lavori *Progetto Tanaro (Beretta et alii, 2000)*, *Piano di tutela delle acque (Regione Piemonte, 2004)* e *Studi idrogeologici finalizzati all'integrazione delle conoscenze già disponibili relative alla caratterizzazione dei principali complessi idrogeologici (De Luca et alii, 2005)* furono analizzati alcuni importanti elementi idrogeologici in questa tratta della Valle Tanaro.

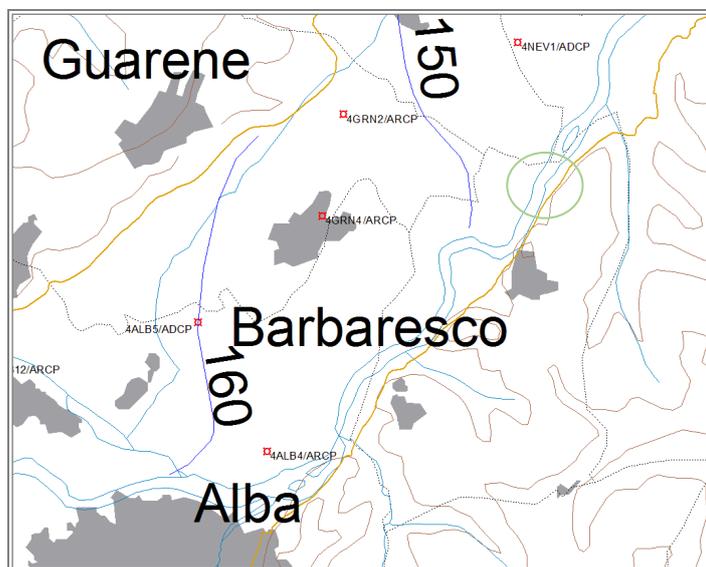
Nel settore di pianura considerato, il pannello piezometrico assume, nell'insieme, un assetto con isopieze disposte con andamento circa SO-NE, congruente con l'azione drenante svolta dal Fiume Tanaro. Tale configurazione può localmente differire in quanto le irregolarità dell'andamento del substrato e della topografia e la morfologia dell'alveo fluviale si ripercuotono fortemente sul flusso idrico sotterraneo.

Nell'ambito degli studi svolti (*De Luca et alii, 2005*) risulta presente uno spartiacque sotterraneo a nord di Alba, sulla sinistra idrografica del Fiume Tanaro, mentre in ricerche di alcuni anni prima (*Beretta et alii, 2000*) non era rilevabile, a testimonianza della variabilità dell'andamento nel tempo della superficie piezometrica.

L'andamento della piezometria, per l'area vasta, relativa alla primavera 1997 e l'inverno 1999 (*Beretta et alii, 2000*) viene di seguito riportata.



**Figura 26 - Estratto da Progetto Tanaro, primavera 1997 (Beretta et alii, 2000).
Nel cerchio verde è individuata l'area in esame**



**Figura 27 - Estratto da Progetto Tanaro, primavera 1999 (Beretta et alii, 2000).
Nel cerchio verde è individuata l'area in esame**

Il quadro di alcune misure piezometriche disponibili, per l'area vasta, è illustrato in Tabella 1 e Tabella 2, le quali riportano rispettivamente la soggiacenza della falda e la quota assoluta del livello piezometrico. I cicli di misure sono riferiti alla primavera 1997 e l'inverno 1999.

Il gradiente idraulico in questo settore è compreso entro 0.02 %. La soggiacenza varia tra 2 m ÷ 3 m; nel periodo autunnale risulta più elevata rispetto a quella primaverile con valori dell'ordine di 0.5 m.

Tabella 1 - Rete di monitoraggio utilizzata

Codice	Quota piano campagna m s.l.m.	Profondità m da p.c.	Utilizzo
4ALBA4/ARCP	164	7	Irriguo
4GRN4/ARCP	160	6	Irriguo
4GRN3/ARCP	159	8	Irriguo
4GRN1/ARCP	158	30	Domestico
4NEV1/ADCP	152	5	Domestico

Tabella 2 - Misure rilevate nell'anno 1997 - 1999 (Progetto TANARO - Beretta et alii, 2000)

Codice	Ottobre 1997		Inverno 1999	
	Soggiacenza	Piezometria	Soggiacenza	Piezometria
4ALB4/ARCP	4.90	159.10	5.30	158.70
4GRN4/ARCP	1.90	158.10	2.04	157.96
4GRN3/ARCP	2.50	156.50	n.d.	n.d.
4GRN1/ARCP	3.15	154.90	n.d.	n.d.
4NEV1/ADCP	2.60	149.40	3.20	148.80

In riferimento a quanto esposto nella *"Relazione geologica e geotecnica sulle indagini"* a firma del Dott. Geol. Sergio Rolfo, l'analisi delle indagini geognostiche del 2014 effettuate nell'ambito della progettazione relativa alla *"Ricostruzione di sbarramento fluviale esistente ad uso irriguo con innalzamento abbattibile ad uso idroelettrico e centrale in corpo traversa"* porta ad affermare che le fluttuazioni della falda libera sono molto rapide e conseguenti ad eventi pluviometrici. Gli effetti dei repentini innalzamenti, se non vi sono ulteriori apporti, si esauriscono nell'arco di alcuni giorni.

5.1.2 Rapporti tra reticolo idrico di superficie e complesso alluvionale

Nell'area della piana di Alba - Barbaresco - Castagnito - Guarene, come più in generale su gran parte della piana del fondovalle della Valle Tanaro, lo scorrimento idrico superficiale è incentrato sul Fiume Tanaro e su una fitta rete di corsi d'acqua, di origine naturale o antropica, di modeste dimensioni.

Non considerando i corsi d'acqua collinari, in quanto intercettati da canali di derivazione artificiale, nell'intorno del sito in esame è presente il Canale del Molino di Vaccheria, il canale San Marzano, colatori secondari e fossi distribuiti nei singoli appezzamenti e campi. In questi ultimi casi l'alveo è scavato direttamente nei terreni in posto o rimodellati, senza interposizione di alcun tipo di rivestimento impermeabile.

Di seguito sarà svolta un'analisi dei rapporti tra il reticolo idrico di superficie e la falda libera:

- a) Fiume Tanaro: normalmente la superficie piezometrica supera quella del livello idrometrico fluviale, la falda libera risulta così drenata dall'asta fluviale del Tanaro; è ipotizzabile, però, che in corrispondenza degli eventi di piena di tipo catastrofico il livello idrometrico possa superare il livello medio di falda invertendo così la direzione di flusso, che risulterebbe comunque molto rallentata. La durata di un evento di questo tipo non supera i due o tre giorni, poiché l'ascesa ed il decremento dei livelli dovuti all'onda di piena sono estremamente concentrati nel tempo;
- b) Canale e fossi: il sistema di canali rappresenta il reticolo idrico che storicamente è stato interessato da interventi antropici atti a favorire il deflusso a scopo irriguo. Poiché si tratta sostanzialmente di alvei solo in parte con rivestimenti impermeabili sono plausibili, a scala generale, connessioni idrauliche, per buona parte dell'anno, con la falda libera. In particolar modo nel periodo primaverile, la presenza di grandi masse d'acqua per irrigazione nei canali determina generali innalzamenti della falda.

In riferimento, all'area in esame si annovera la presenza del Canale del Molino di Vaccheria, che scorre in sinistra idrografica del Fiume Tanaro. Le perdite di subalveo del Canale del Molino di Vaccheria non influenzano l'andamento della falda libera nell'area in esame in quanto:

- c) il canale è posto ad una distanza di circa 1, 5 Km dall'area di progetto;
- d) l'azione drenate del Fiume Tanaro inficia eventuali inversioni nella direzione di flusso

In destra idrografica è presente il canale S. Marzano, il cui utilizzo sarà ripristinato a seguito della realizzazione della traversa e delle opere in progetto.

5.2 COMPLESSO MARNOSO

I terreni sottostanti, ben differenziabili per composizione litologica e granulometrica, e di conseguenza per valori di permeabilità nettamente inferiori, costituiscono il *Complesso marnoso*, appartenente alla Serie Miocenica. Questo termine, riconosciuto con le indagini svolte, assume, sulla base di dati bibliografici, una potenza di almeno 40 ÷ 50 metri.

Presenta una permeabilità primaria per porosità ed una secondaria per fratturazione, all'interno della quale è possibile la presenza di falde in pressione.

Esso rappresenta il substrato, a permeabilità da bassa a nulla, dell'acquifero libero.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE

In questo capitolo si illustra un estratto del Piano di indagine effettuato nel 2014 nell'ambito degli studi condotti per la progettazione relativa alla *"Ricostruzione di sbarramento fluviale esistente ad uso irriguo con innalzamento abbattibile ad uso idroelettrico e centrale in corpo traversa"*, commissionati da Tanaro Power SpA e sintetizzati nella *"Relazione geologica e geotecnica sulle indagini"* a firma del Dott. Geol. Sergio Rolfo.

La campagna d'indagine geognostica, svolta tra ottobre e dicembre 2014, è stata comprensiva di:

- sondaggio meccanico a carotaggio continuo con:
 - o prove in foro (S.P.T.);
 - o installazione di strumentazione per il rilevamento della falda;
 - o prelievo di campioni, finalizzata alla definizione dell'assetto e del comportamento in sito delle unità litotecniche presenti;
- prospezione geofisica ai fini di una corretta microzonazione locale.

Tale indagine è stata localizzata in corrispondenza di punti chiave per la definizione della stratigrafia e delle caratteristiche dei terreni di imposta delle strutture, mentre i dati preesistenti hanno contribuito in modo significativo alla ricostruzione dell'assetto delle aree adiacenti.

Il complesso degli elementi resi così disponibili costituisce un supporto per l'impostazione e la taratura del Modello Geologico di riferimento posto alla base delle verifiche progettuali.

6.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'INTORNO DELL'AREA

L'analisi delle indagini effettuate negli anni in prossimità dell'area d'indagine è stata svolta tramite la consultazione della Banca Dati Geotecnica (Geoportale di ARPA Piemonte) in cui sono evidenziati sondaggi, prove penetrometriche, pozzetti esplorativi e prelievo di campioni per indagini di laboratorio.

In Figura 28 si evidenzia la presenza di due sondaggi con prelievo di campioni a poche centinaia di metri dall'area d'intervento.

Le figure successive riportano le stratigrafie semplificate, le indagini svolte in sito e le indagini di laboratorio dei sondaggi (Codice Perforazione: 106896 - 106898).

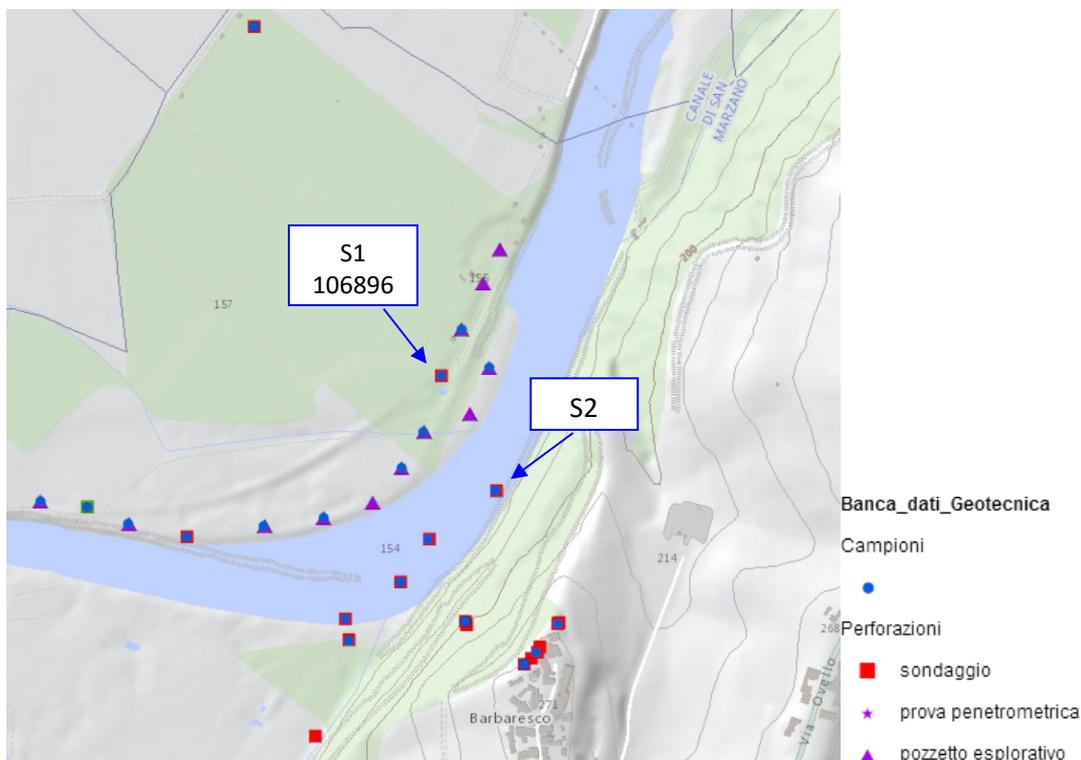


Figura 28 - Estratto da Banca Dati Geotecnica (Geoportale di ARPA Piemonte)

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S1	Barbaresco	CN	Sponda sinistra fiume Tanaro
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
1/7/2005	5/7/2005	15.00	Consolidamento delle Rocche di Barbaresco

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
106896	1.40	terreno di riporto , ghiaia eterometrica poligenica e sabbia medio fine limosa
106896	7.20	limo sabbioso passante a sabbia fine con limo , con ghiaia eterometrica poligenica , da poco a molto addensata
106896	15.00	argilla marnosa debolmente plastica , molto consistente , con presenza di intercalazioni limose sabbiose

Figura 29 – Stratigrafia semplificata del sondaggio S1 - 106896. Soggiacenza della falda freatica 3,10 m

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S1	Barbaresco	CN	Sponda sinistra fiume Tanaro
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
1/7/2005	5/7/2005	15.00	Consolidamento delle Rocche di Barbaresco

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
106896	3.00	2	3	2	5
106896	6.00	28	35	-999	-999
106896	12.00	31	-999	0	-999
106896	15.00	33	45	-999	-999

NOTA: il valore -999 indica un rifiuto.

Figura 30 - Prove SPT eseguite nel Sondaggio 106896 (Geoportale di ARPA Piemonte)

"Ripristino derivazione irrigua e nuovo impianto idroelettrico in corpo traversa sul Fiume Tanaro nel Comune di Barbaresco (CN)".

Progetto Definitivo

Codice Perforazione	Profondità (m)	Unità Lugeon (UL)	Permeabilità (cm/s)	Tipologia di prova
106896	5.50	0.00000	0.0080000000	LEFRANC

Figura 31 – Prova di permeabilità eseguite nel Sondaggio 106896 (Geoportale di ARPA Piemonte)

Nome campione	Comune	Provincia	Località
CR2	Barbaresco	CN	Sponda sinistra fiume Tanaro
Data prelievo	Profondità (m)	Cantiere	
5/7/2005	6.25	Consolidamento delle Rocche di Barbaresco	

Codice Campione	Setaccio (mm)	Passante (%)
103739	50.80000	100.0000
103739	38.10000	74.5300
103739	25.40000	58.3700
103739	19.10000	49.2400
103739	12.70000	44.0500
103739	9.52000	40.6900
103739	4.76000	34.3100
103739	2.00000	29.7900
103739	0.42000	15.2900
103739	0.17700	8.6300
103739	0.07400	7.5200

Figura 32 – Fuso granulometrico del campione prelevato nel sondaggio 106896 (Geoportale di ARPA Piemonte)

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S3	Barbaresco	CN	In alveo, sponda destra fiume Tanaro
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
28/7/2005	29/7/2005	25.00	Consolidamento delle Rocche di Barbaresco

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
106898	2.20	sabbia medio fine , da limosa a con limo , con rara ghiaia eterometrica poligenica
106898	4.00	ghiaia eterometrica poligenica e sabbia medio grossa limosa muscovitici addensata
106898	25.00	argilla marnosa debolmente plastica molto consistente , con presenza di locali intercalazioni di limo sabbioso argilloso

Figura 33 - Stratigrafia semplificata del sondaggio S3 - 106898 (Geoportale di ARPA Piemonte)

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S3	Barbaresco	CN	In alveo, sponda destra fiume Tanaro
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
28/7/2005	29/7/2005	25.00	Consolidamento delle Rocche di Barbaresco

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
106898	3.00	31	37	-999	-999
106898	6.00	37	37	27	64
106898	9.00	22	27	33	60
106898	12.00	21	23	30	53
106898	15.00	25	31	36	67
106898	18.00	11	9	17	26

NOTA: il valore -999 indica un rifiuto.

Figura 34 - Prove SPT eseguite nel Sondaggio 106898 (Geoportale di ARPA Piemonte)

Codice campione	Profondità (m)	Peso naturale (kN/m3)	Peso secco (kN/m3)	Peso specifico grani (kN/m3)	Ciottoli (%)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Passante al setaccio 200 (%)
103743	0.00	19.72	16.33	26.67	0.00	0.00	9.92	69.50	20.58	95.16
103742	7.70	20.94	17.02	26.67	0.00	0.07	5.75	74.35	19.83	98.34

Codice campione	Profondità (m)	Contenuto d'acqua (%)	Limite liquido %	Limite plastico %	Indice plastico %	Classificazione USCS
103743	0.00	20.74	45.5	26.1	19.4	"CL = argille inorganiche di bassa plasticità"
103742	7.70	23.00	46.6	28.9	17.7	"ML - OL = limi organici e inorganici di bassa plasticità"

Figura 35 - Prove di laboratorio eseguite nel Sondaggio 106898 (Geoportale di ARPA Piemonte)

6.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA

Il piano di indagini, effettuato tra novembre e dicembre 2014, comprende una serie di indagini e prove sintetizzate nella seguente tabella. Per un maggiore dettaglio si rimanda ai contenuti dell'ALLEGATO 1.

Tabella 3 – Quadro riassuntivo delle indagini eseguite

Tipo d'indagine	Profondità (m dal p.c.)	Indagini condotte (n°)
Sondaggio a carotaggio continuo (S)	20	1
Installazione piezometro	20	1
Prove penetrometriche dinamiche in foro(S.P.T.)	2.2 ÷ 20	5
Prelievo di campioni rimaneggiati per l'esecuzione di prove di laboratorio	2.5 ÷ 19.5	5
Sismica passiva H.V.S.R. a stazione singola	30 m	1

Tabella 4 - Prospetto analitico della campagna d'indagine mediante sondaggio

Codice	Tipo indagine	Profondità m da p.c.	Prelievo Campioni m da p.c.				S.P.T. m da p.c.			
			CR	1	: 2.5	÷	2.7	SPT	1	: 2.2
S1	Sondaggio carotaggio continuo	20	CR	2	: 4.5	÷	4.7	SPT	2	: 4.5
			CR	3	: 6.2	÷	6.5	SPT	3	: 6.2
			CR	4	: 12.5	÷	12.7	SPT	4	: 12.5
			CR	5	: 19.3	÷	19.5	SPT	5	: 20.0

6.2.1 Sondaggio a carotaggio continuo

L'indagine effettuata è caratterizzata dai parametri riportati in Tabella 5, dalla quale è risultata la colonna stratigrafica mostrata in Figura 36.

Tabella 5 – Caratteristiche generali del sondaggio

Data di perforazione	30/10/2014 - 03/11/2014
Profondità Sondaggio	20 m
Quota (m s.l.m.)	150.75 m
Tipo di perforazione	A rotazione con carotaggio continuo
Utensile di perforazione	Carotiere semplice con tagliente ordinario
Utilizzo di fluidi di perforazione	Acqua dolce per l'installazione dei rivestimenti
Strumentazione installata	Piezometro a tubo aperto (PVC con diametro di 3").

Progetto Definitivo

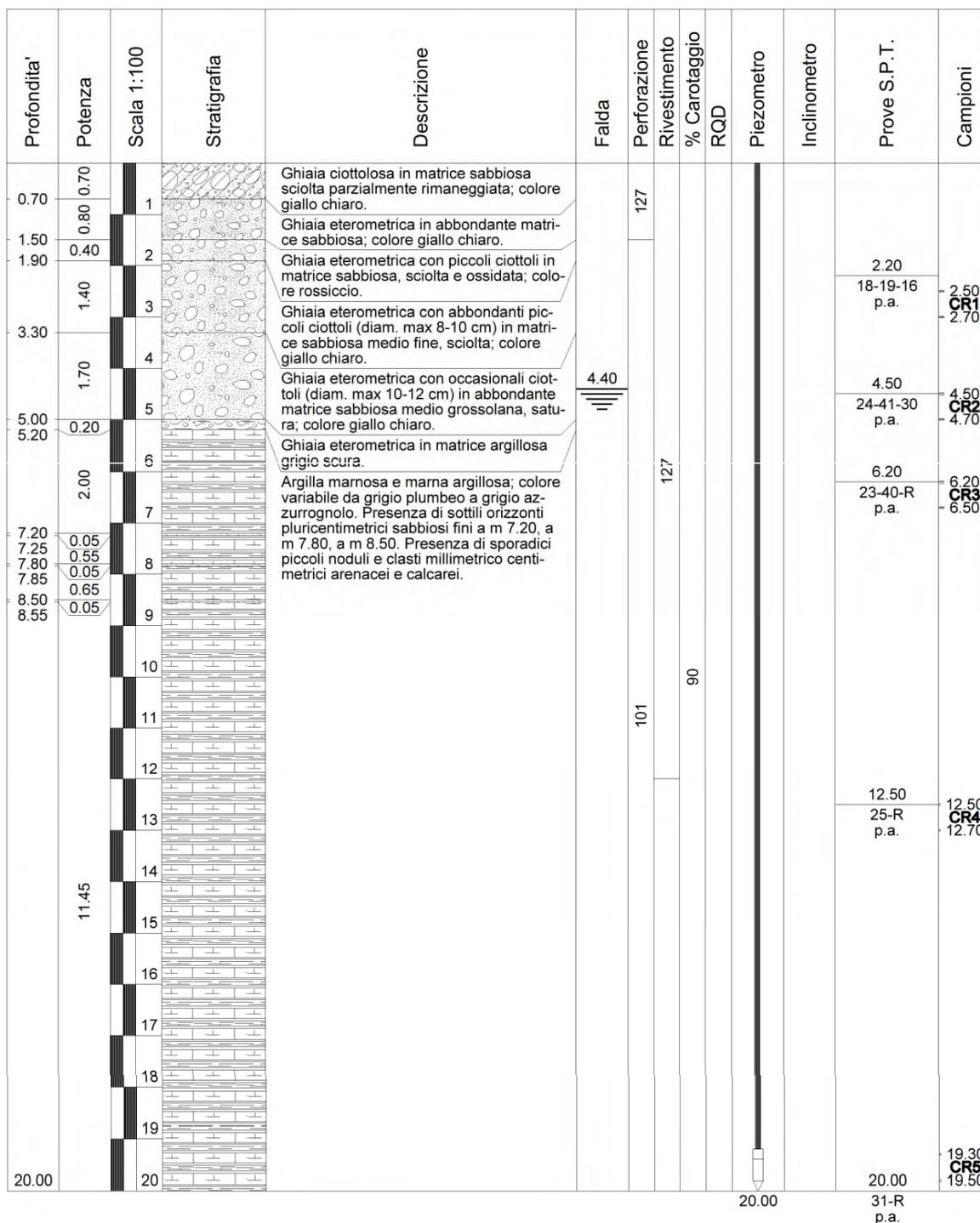


Figura 36 – Stratigrafia risultante dal sondaggio effettuato con testa a quota 150,57 m s.l.m.

6.2.2 Prove di laboratorio

A seguito della campagna geognostica si è proceduto al prelievo di serie di campioni nel sondaggio. Natura dei depositi e composizione granulometrica degli orizzonti di terreno di specifico interesse hanno consentito il prelievo esclusivamente di campioni di tipo rimaneggiato. Ovvero si tratta di campioni che consentono di ricostruire con precisione composizione, stratigrafia, dimensioni e assortimento dei singoli elementi costituenti il deposito. Lo spostamento relativo subito dalle particelle solide non consente di conservare invece la struttura originaria del terreno in posto. Tale limitazione assume, comunque, importanza secondaria per le finalità dello studio. Lo svolgimento delle determinazioni analitiche di laboratorio necessarie per una caratterizzazione completa è stata finalizzata alla definizione, in modo rappresentativo, della composizione e dell'assortimento granulometrico dei terreni. Data la variabilità dimensionale dei granuli, da ciottoli prossimi al decimetro a particelle argillose di grandezza micrometrica (dell'ordine di 0,001 mm), le prove sono state condotte su campioni di peso significativo per valutare correttamente i rapporti tra frazione fine e grossolana. Per una precisa definizione dell'incidenza della frazione fine, comprendente limo e argilla, le determinazioni nei terreni in cui tale componente assume una presenza rilevante, sono state condotte, oltre che con l'usuale setacciatura per via umida, attraverso l'analisi per sedimentazione. Le dimensioni e la frequenza delle particelle fini, direttamente non misurabili, sono ricavate sulla base della velocità di sedimentazione di una miscela fluida.



Figura 37 – Ubicazione indicativa (in rosso) del sondaggio geognostico condotto nel 2014 per la determinazione dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni interessati dalle opere

Il quadro complessivo dei parametri ottenuti mediante le prove di laboratorio è riassunto in Figura 38, con riportati i seguenti dati:

- codice del campione;
- profondità di prelievo;
- percentuale materiale;
- classificazione litotecnica (A.G.I., 1977);
- limiti di Atterberg (WL - limite liquido; WP - limite plastico; IP - indice plastico).

I risultati analitici delle prove di laboratorio con i relativi certificati sono raccolti nell'ALLEGATO 1.

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Analisi Granulometrica					Limiti di Atterberg			
			Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	Classificazione AGI	wl	wp	IP
			%	%	%	%			%	%	%
S1	CR1	2,50 - 2,70	0,0	59,6	31,3	9,1		Ghiaia con sabbia debolmente limosa- argillosa			
	CR2	4,50 - 4,70	0,0	60,0	28,4	11,6		Ghiaia con sabbia limosa-argillosa			
	CR3	6,20 - 6,50	0,0	0,7	6,7	76,3	16,3	Limo argilloso debolmente sabbioso	38,50	18,35	20,15
	CR4	12,50 - 12,70	0,0	0,0	10,2	77,7	12,1	Limo argilloso sabbioso	34,80	13,61	21,19
	CR5	19,30 - 19,50	0,0	0,0	2,0	77,7	20,3	Limo argilloso	36,90	19,43	17,47

Figura 38 - Quadro riassuntivo dei parametri ottenuti con le prove di laboratorio

6.3 SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO

La stratigrafia geologico-tecnica elaborata consente una rappresentazione completa del sottosuolo, adeguata sia per la ricostruzione dei rapporti stratigrafici e giaciture tra i vari termini, che per la definizione delle modalità e della rilevanza della circolazione idrica sotterranea, nonché per la valutazione delle eventuali criticità geotecniche.

Procedendo dal piano campagna in profondità, è stata individuata la sequenza di unità di seguito descritta:

Unità 1 - Terreno di riporto

Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa sciolta. Colore: giallo chiaro.

Unità 2 - Ghiaie e sabbie

Depositi alluvionali costituiti da ghiaie eterometriche ad elementi poligenici, subarrotondati, con sabbie da medio grossolane a fini. Presenza di ciottoli (dimensione massima 10 ÷ 12 cm). Il rapporto ghiaia/sabbia varia localmente, con prevalenza in genere della frazione grossolana.

Colore compreso tra giallo chiaro con locali screziature ocracee da ossidazione.

Unità 3 - Argilla marnosa - marna argillosa Argilla marnosa - marna argillosa.

Presenza di sottili orizzonti pluricentimetrici sabbiosi fini alle seguenti quote:

- -7.2 m da p.c.,
- -7.8 m da p.c.,
- -8.5 m da p.c..

Colore: da grigio scuro a grigio azzurro

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le varie unità litologico-stratigrafiche sono state rilette in chiave geotecnica sulla base dei principali caratteri fisici in grado di fornire indicazioni significative per il comportamento meccanico dei terreni, rilevabili nel sondaggio S1. La stratigrafia geotecnica così elaborata costituisce un'adeguata base di calcolo sia per la progettazione geotecnica delle opere, sia per la definizione dell'assetto idrogeologico e delle relazioni tra acque superficiali e circolazione idrica sotterranea.

In particolare, **nelle formazioni incoerenti**, le correlazioni empiriche di letteratura per l'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche hanno permesso di stimare i parametri meccanici e deformativi, ovvero:

- L'angolo di resistenza al taglio in condizioni di picco è stato stimato tenendo conto dello stato di addensamento e delle caratteristiche granulometriche dei materiali costituenti le varie unità attraverso la correlazione suggerita da HATANAKA & UCHIDA (1996) sulla base di confronti con prove triassiali drenate su campioni di sabbie di alta qualità prelevati con la tecnica del congelamento

$$\varphi' = 20 + \sqrt{15,4 N_{1(60)}}$$

MAYNE (1998, 2001) ha confermato la validità di tale relazione anche per sabbie limose residuali contenenti fino al 30% di fini.

Nelle formazioni coesive i parametri meccanici e deformativi sono stati così determinati:

- l'angolo di resistenza al taglio in condizioni di picco, come riportato in BRUSCHI (2006), è stato stimato tenendo conto dell'Indice di Plasticità:

$$\varphi_p = 40^\circ - 2.07 \cdot IP^{0.49} \pm 2^\circ$$

- resistenza al taglio non drenata viene determinata con HARA & AL. (1974) sulla base di prove triassiali di tipo UU (non drenate non consolidate) su 180 campioni provenienti da 25 località giapponesi che hanno indicato una legge di regressione del tipo:

$$\frac{C_u}{P_a} = 0,29 N^{0,72}$$

P_a

con un coefficiente di correlazione di 0,93.

I valori caratteristici (X_k) dei parametri geotecnici, intesi come stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite (SL) in considerazione, sono stati determinati mediante metodi statistici, i quali considerano che la probabilità calcolata di un valore peggiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5% (NORI, 2009).

Considerando piccoli volumi di rottura si è utilizzato il seguente algoritmo:

$$X_k = m \pm z_{0.05} \sigma \sqrt{1 + \frac{1}{n}}$$

Progetto Definitivo

Avendo indicato con

- X_k il valore caratteristico considerato;
- m il valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione;
- z è la distribuzione normale standard;
- σ è la deviazione standard della popolazione;
- n è la numerosità del campione.

Con un coefficiente CV adottato:

$$\gamma = 5\%$$

$$\phi = 10\%$$

$$c_u = 30\%$$

Nel seguito si riportano i risultati delle analisi geotecniche effettuate e delle elaborazioni conseguenti, distinte per unità geotecniche (UGT).

UGT1 – Complesso ghiaioso – sabbioso.

Il complesso è costituito da ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa da medio grossolana a fine, tipico di materiali granulari.

Stato di consistenza: da denso a molto denso;

per il complesso: da -0.7 m da p.c. a -5.2 m da p.c.

Tabella 6 – Valori caratteristici dei parametri geotecnici assunti per il complesso UGT 1 – complesso ghiaioso – sabbioso

Sondaggio	Tipo indagine	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso dell'unità di volume (kN/m ³)
S 1	S.P.T. 1 S.P.T. 2	44.8 50	21 21

Valore massimo	50	21
Valore minimo	44.8	21
Media	47.4	21
Deviazione standard	3.6	0
Coefficiente di Variazione (%)	10	5

		Valori ridotti al 5° percentile
Grandezza	S.I.	
Peso dell'unità di volume (γ_k)	kN/(m ³)	18.8
Angolo resistenza al taglio (ϕ_k)	(°)	38

UGT 2 – Complesso marnoso:

Il complesso marnoso costituito da argilla marnosa passante in profondità a marna argillosa presenta il comportamento tipico di un terreno coesivo.

Stato di consistenza: da compatto a estremamente compatto;

per il complesso: da -5.2 m a -20 m da p.c.

Sondaggio	Tipo indagine	Angolo resistenza al taglio ($^{\circ}$)	Coesione non drenata (Kpa)	Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	
S 1	S.P.T. 3	-	596	21	
	S.P.T. 4	-	842	21	
	S.P.T. 5	-	842	21	
	CR 3		29	-	-
			31	-	-
			33	-	-
	CR 4		28.7	-	-
			30.7	-	-
			32.7	-	-
	CR 4		29.5	-	-
			31.5	-	-
			33.5	-	-
	Valore massimo		33.5	842	21
Valore minimo		28.7	596	21	
Media		31.0	760	21	
Deviazione standard		1.76	142	0	
Coefficiente di Variazione (%)		10	30	5	

		Valori ridotti al 5° percentile	Valori di letteratura ²
Grandezza	S.I.		
Peso dell'unità di volume (γ_k)	kN/(m ³)	19	-
Coesione non drenata (C_{uk})	(kPa)	687	-
Coesione efficace (c'_k)	(kPa)	-	26
Angolo resistenza al taglio (ϕ_k)	($^{\circ}$)	25	-

I valori tratti da letteratura sono stati desunti da Campagnoli et alii, 1995 – Le marne oligo-mioceniche delle Langhe: classificazione geotecnica preliminare. GEAM – Dicembre 1995 – pp. 201-211 - Torino

La ricostruzione dell'assetto litologico del sottosuolo, della circolazione idrica sotterranea insieme all'elaborazione della geometria della falda libera e dell'andamento dei livelli piezometrici nell'area oggetto degli interventi in progetto consente di ricostruire una modellazione geologica illustrata nello schema riportato nella tabella seguente, con riferimento agli orizzonti incontrati a partire dal piano campagna sulla ponda dell'alveo inciso in sinistra idrografica.

Tabella 7 – Modello geologico

Unità	Spessore (m)	Caratteri geologici	Ruolo nei confronti della circolazione idrica sotterranea	Permeabilità (m/s)	Livello soggiacenza della falda (m da p.c.)
1	4 + 6	Depositi alluvionali costituiti da ghiaie eterometriche ad elementi poligenici, subarrotondati, con sabbie da medio grossolane a fini. Il rapporto ghiaia/sabbia varia localmente, con prevalenza in genere della frazione grossolana. Colore compreso tra giallo chiaro con locali screziature ocracee da ossidazione.	Costituisce l'acquifero sede della falda libera le cui fluttuazioni sono molto rapide con temporanei incrementi e decrementi dei livelli di falda.	$10^{-5} + 10^{-6}$	2 + 4
2	40 + 50	Argilla marnosa / marna argillosa, colore grigio.	Substrato a permeabilità da bassa a nulla.	$10^{-9} + 10^{-10}$	-

Si riportano nel seguito le stime dei V_{s30} relative ai terreni interessati.

CATEGORIA B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



REGIONE PIEMONTE – Provincia di Cuneo – *Comune di Barbaresco*
D.Lgs.387/2003, art.12 - D.P.G.R.29.07.2003, n.10/R - D.Lgs.152/2006, art.23

*"Ripristino derivazione irrigua e nuovo impianto idroelettrico in corpo traversa
sul Fiume Tanaro nel Comune di Barbaresco (CN)".*

Progetto Definitivo



ALLEGATI



REGIONE PIEMONTE – Provincia di Cuneo – *Comune di Barbaresco*
D.Lgs.387/2003, art.12 - D.P.G.R.29.07.2003, n.10/R - D.Lgs.152/2006, art.23

*"Ripristino derivazione irrigua e nuovo impianto idroelettrico in corpo traversa
sul Fiume Tanaro nel Comune di Barbaresco (CN)".*

Progetto Definitivo



ALLEGATO 1

– Indagine geognostica e prove geotecniche –



TANARO POWER S.P.A.

CANTIERE: IMPIANTO IDROELETTRICO
STRADA VACCHERIA
BARBARESCO (CN)

INDAGINE GEOGNOSTICA

Note tecnico – esecutive

Rev.	Data	Redazione	Verifica	Approvazione	Descrizione
Ø	28/11/2014	dott. Stellato S. 	dott. geol. Mosso E. 	dott. geol. Chiesa G. 	Prima Emissione

Tanaro Power S.p.A.

INDAGINE GEOGNOSTICA

Impianto idroelettrico – Strada Vaccheria – Barbaresco (CN)

Su incarico della Società “*Tanaro Power S.p.A.*” è stata eseguita, nelle giornate dal 30 ottobre al 03 novembre 2014, una indagine geognostica costituita da n° 1 sondaggio, ubicato in corrispondenza della posizione progettuale di un nuovo impianto idroelettrico (Fig. 1), in strada Vaccheria, nel territorio comunale di Barbaresco (CN); tale indagine aveva lo scopo di valutare l’assetto litostratigrafico e di acquisire i parametri geotecnici ed idrogeologici necessari alla valutazione di fattibilità ed alla progettazione delle strutture componenti l’impianto idroelettrico.

SONDAGGI

Il sondaggio è stato eseguito a rotazione con carotaggio continuo utilizzando una sonda idraulica tipo CMV “MK 900 GL” montata su trattore gommato a trazione integrale; per tutta la lunghezza si sono utilizzati carotieri semplici aventi \varnothing 127 e 101 mm. Per stabilizzare in corso d’opera le pareti del foro sono stati impiegati rivestimenti metallici provvisori \varnothing 127 mm.

Il sondaggio, denominato *SI*, è stato spinto fino alla profondità di m 20.00 dal piano campagna ed in corso d’opera sono state eseguite n° 5 prove SPT (Standard Penetration Test) e prelevati n° 5 campioni rimaneggiati; le risultanze e le quote di esecuzione sono riportate nella stratigrafia allegata.

Al termine della perforazione, la verticale di indagine è stata strumentata mediante la posa in opera di un piezometro a tubo aperto (\varnothing 3”) in PVC, al fine di poter verificare nel tempo le eventuali oscillazioni del livello di falda. Il livello statico rilevato alla fine delle operazioni di cantiere è riportato nelle schede stratigrafiche.

Certificato n° 387 del 28/11/2014

I testimoni del carotaggio sono stati riposti in n° 4 cassette catalogatrici, opportunamente classificate e consegnate alla Committenza.

PROVE IN FORO

Le prove SPT sono state eseguite secondo le prescrizioni stabilite dalle specifiche AGI 1977 e approfondite dalla norma UNI EN ISO 22476-3:2012.

La sottostante **Tabella 1** riporta le caratteristiche del dispositivo di battuta con maglio a sganciamento automatico (tipo “Nenzi”) utilizzato per l’esecuzione delle prove in foro di tipo SPT:

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL MARTINO A SGANCIO AUTOMATICO (PROVE “SPT”)	
Peso totale dispositivo di battitura	115,00 kg
Massa maglio	63,50 kg
Altezza di caduta libera	760,00 mm
Diametro esterno aste di infissione	50,00 mm
Peso aste di infissione (tipo B)	7,00 kg/m
Lunghezza campionatore Raymond (comprendente scarpa e raccordo per le aste)	813,00 mm
Diametro esterno campionatore Raymond	51,00 mm
Diametro interno campionatore Raymond	35,00 mm
Angolo di spoglia della punta aperta	20°
Angolo di apertura della punta conica	60°

Tabella 1

Certificato n° 387 del 28/11/2014**ANALISI DI LABORATORIO**

Le analisi di laboratorio sui campioni rimaneggiati prelevati durante la perforazione del sondaggio sono state affidate ad un laboratorio esterno di comprovata esperienza nel settore (GDTest S.r.l. - Torino).

I risultati delle analisi sono riportati in allegato.

Si trasmette in allegato la documentazione tecnica relativa all'indagine eseguita.



Fig. 1: Ubicazione delle indagini eseguite.

**Allegato
stratigrafico**

**Allegato
fotografico**



Foto 1: Sondaggio S1 - cassa 1 - da 0.00 m a 5.00 m.



Foto 2: Sondaggio S1 - cassa 2 - da 5.00 m a 10.00 m.



Foto 3: Sondaggio S1 - cassa 3 - da 10.00 m a 15.00 m.



Foto 4: Sondaggio S1 - cassa 4 - da 15.00 m a 20.00 m.



Foto 5: Posizionamento sondaggio S1.

SONDECO S.r.l.

Tanaro Power S.p.A. Barbaresco (CN) – Strada Vaccheria

Prove geotecniche di laboratorio

2005_r01

B					
A					
Ø	24/11/2014	Dott. G. Zanutto 	Dott. R. Tomai 	Ing. A. Morino 	Emissione
REV	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	DESCRIZIONE

**TABELLA RIASSUNTIVA PROVE GEOTECNICHE DI
LABORATORIO**

Archivio n. : **2005**
Data : **24/11/2014**
Committente: **Sondeco S.r.l.**
Progetto: **Tanaro Power S.p.A. - Cantiere di Barbaresco (CN) -
Strada Vaccheria**

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Analisi Granulometrica					Limiti di Atterberg			note	
			Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	Classificazione AGI	wl	wp		IP
			%	%	%	%			%	%		%
S1	CR1	2,50 - 2,70	0,0	59,6	31,3	9,1		Ghiaia con sabbia debolmente limosa- argillosa				
	CR2	4,50 - 4,70	0,0	60,0	28,4	11,6		Ghiaia con sabbia limosa-argillosa				
	CR3	6,20 - 6,50	0,0	0,7	6,7	76,3	16,3	Limo argilloso debolmente sabbioso	38,50	18,35	20,15	
	CR4	12,50 - 12,70	0,0	0,0	10,2	77,7	12,1	Limo argilloso sabbioso	34,80	13,61	21,19	
	CR5	19,30 - 19,50	0,0	0,0	2,0	77,7	20,3	Limo argilloso	36,90	19,43	17,47	

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R833/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**

Committente: **Sondecò S.r.L.**

Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

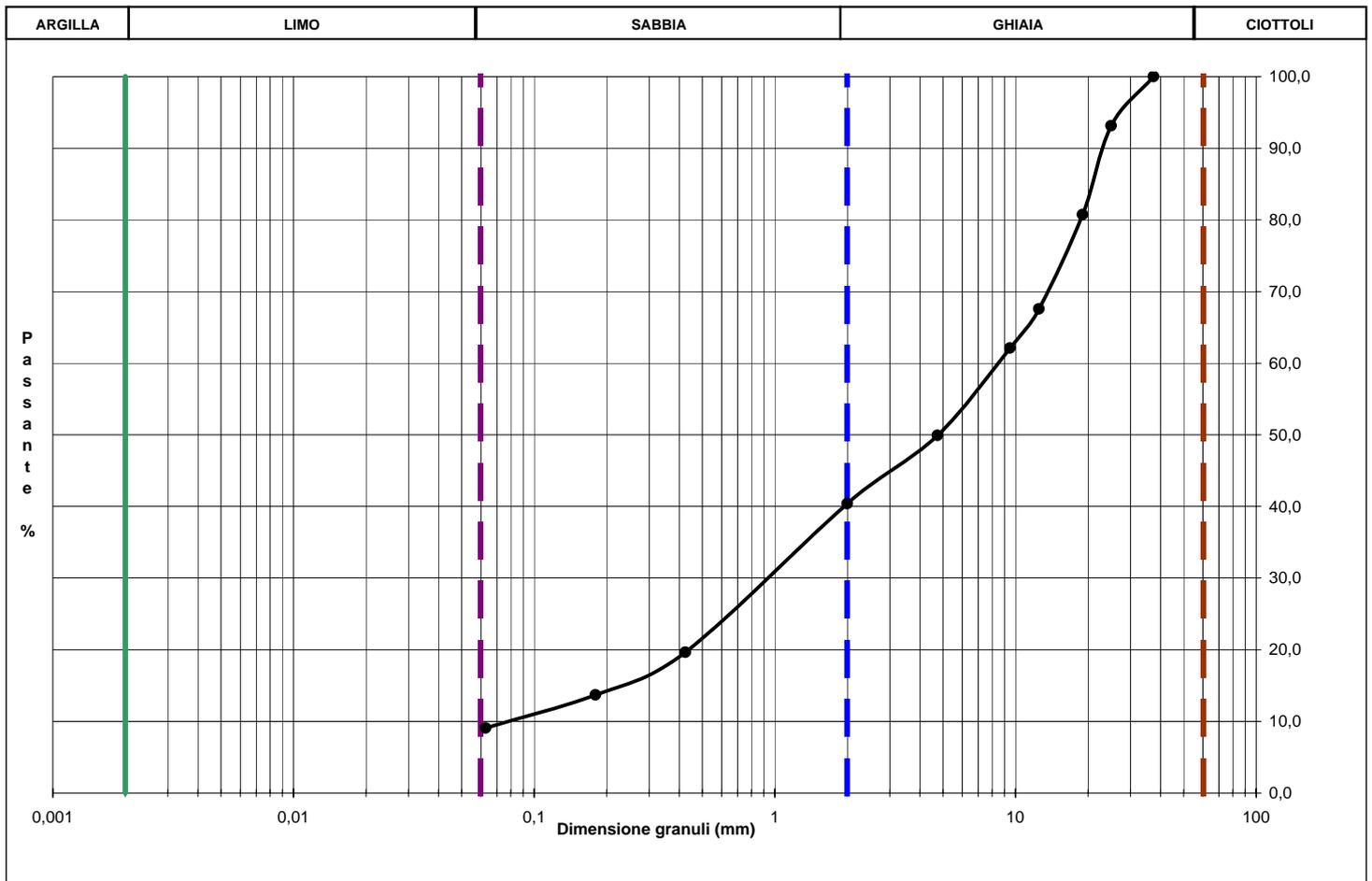
Sondaggio: **S1** Codice provino: ****
Campione: **CR1** Ricevuto il: **12/11/14**
Profondità (m): **2,50-2,70** Aperto il: **12/11/14**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA-ARGILLOSA**
Data esecuzione prova: **19/11/14**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

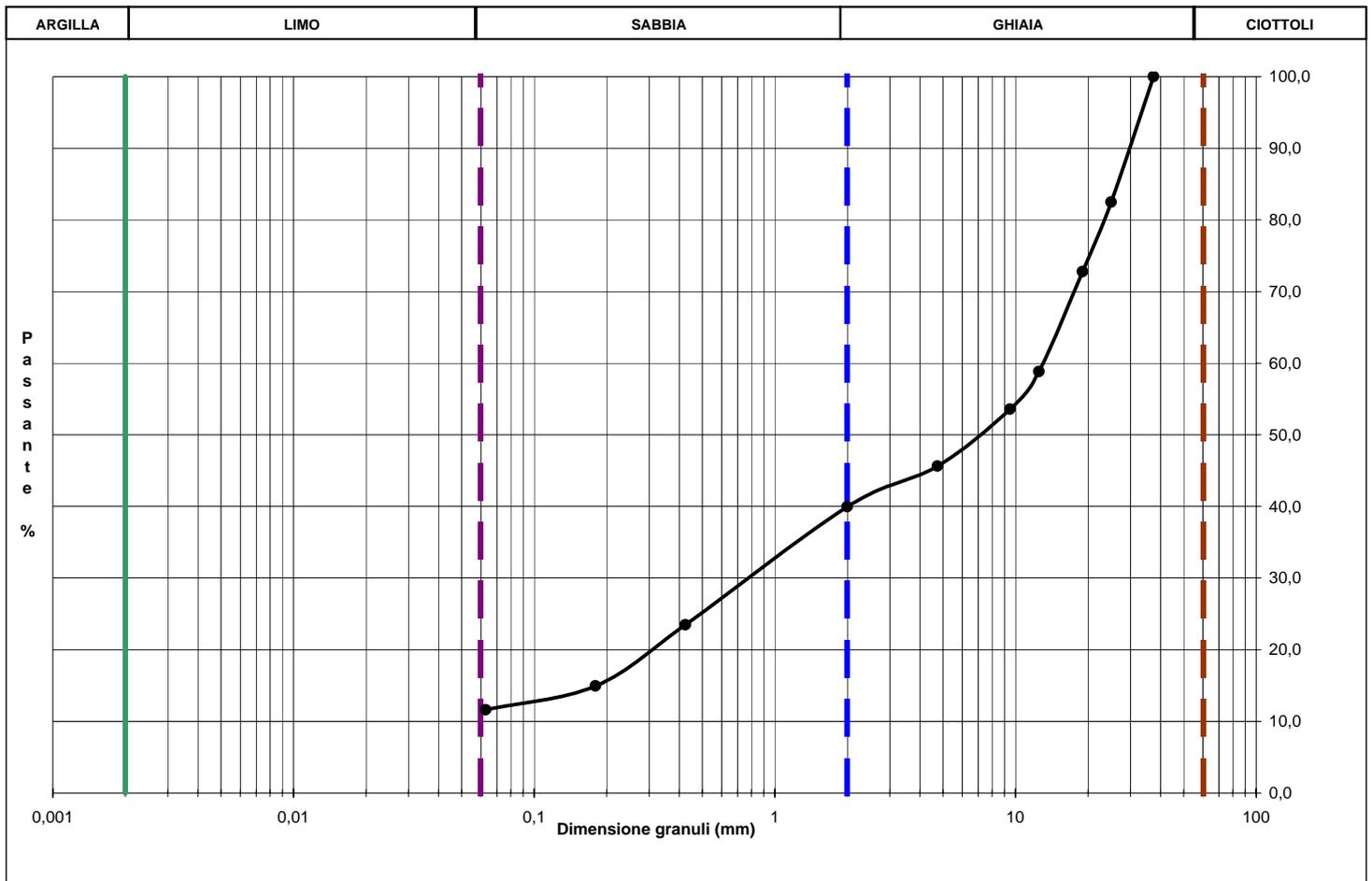
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R834/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**
 Committente: **Sondecò S.r.l.**
 Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: S1 Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310 <input type="checkbox"/>
Campione: CR2 Ricevuto il: 12/11/14	Forno elettrico <input type="checkbox"/>
Profondità (m): 4,50-4,70 Aperto il: 12/11/14	Bilancia digitale <input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA-ARGILLOSA	Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro <input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 19/11/14	Termometro digitale <input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R835/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**
 Committente: **Sondeco S.r.L.**
 Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: S1 Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310 ■
Campione: CR3 Ricevuto il: 12/11/14	Forno elettrico ■
Profondità (m): 6,20-6,50 Aperto il: 12/11/14	Bilancia digitale ■
Tipo di terreno (AGI): LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO	Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro ■
Data esecuzione prova: 19/11/14	Termometro digitale ■

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 290,6** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%): 0,0
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Ghiaia (%): 0,7
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%): 6,7
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%): 76,3
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla (%): 16,3
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00	
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00	
9,5	0,0	0,00	0,00	100,00	
4,75	0,9	0,31	0,31	99,69	
2,00	1,0	0,34	0,65	99,35	
0,425	4,2	1,45	2,10	97,90	
0,180	2,2	0,76	2,86	97,14	
0,063	13,2	4,54	7,40	92,60	
fondo	269,1	92,60	100,00	-	

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 46,50** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	18,6	1,0320	32,500	28,150	8,381	0,0560	96,15	89,03
1	18,6	1,0290	29,500	25,150	9,101	0,0412	85,90	79,55
2	18,6	1,0270	27,500	23,150	9,581	0,0299	79,07	73,22
4	18,6	1,0250	25,500	21,150	10,061	0,0217	72,24	66,89
8	18,6	1,0215	22,000	17,650	10,901	0,0160	60,28	55,82
15	18,6	1,0190	19,500	15,150	11,501	0,0120	51,75	47,92
30	18,6	1,0170	17,500	13,150	11,981	0,0086	44,91	41,59
60	18,6	1,0145	15,000	10,650	12,581	0,0063	36,38	33,68
120	18,6	1,0120	12,500	8,150	13,181	0,0045	27,84	25,78
240	18,6	1,0100	10,500	6,150	13,661	0,0033	21,01	19,45
480	18,6	1,0090	9,500	5,150	13,901	0,0023	17,59	16,29
1440	18,6	1,0070	7,500	3,150	14,381	0,0014	10,76	9,96

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

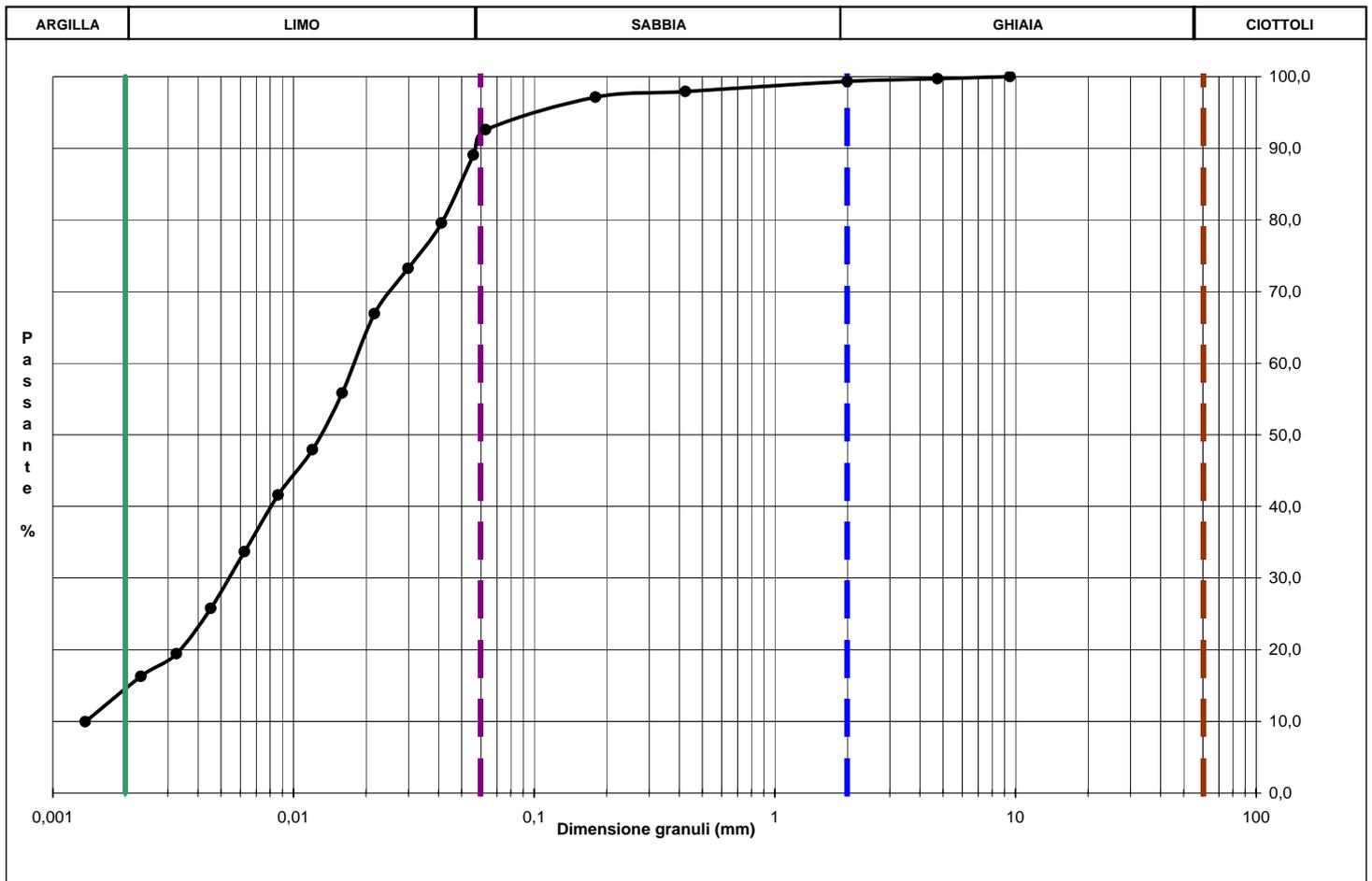
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R835/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**
 Committente: **Sondecò S.r.l.**
 Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: S1 Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310 ■
Campione: CR3 Ricevuto il: 12/11/14	Forno elettrico ■
Profondità (m): 6,20-6,50 Aperto il: 12/11/14	Bilancia digitale ■
Tipo di terreno (AGI): LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO	Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro ■
Data esecuzione prova: 19/11/14	Termometro digitale ■

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R842/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**

Committente: **Sondeco S.r.L.**

Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: **S1** Codice provino: ****
Campione: **CR3** Ricevuto il: **12/11/14**
Profondità (m): **6,20-6,50** Aperto il: **12/11/14**
Tipo di terreno (AGI): **LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO**
Data esecuzione prova: **20/11/14**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Cucchiaino di Casagrande 
Forno elettrico 
Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

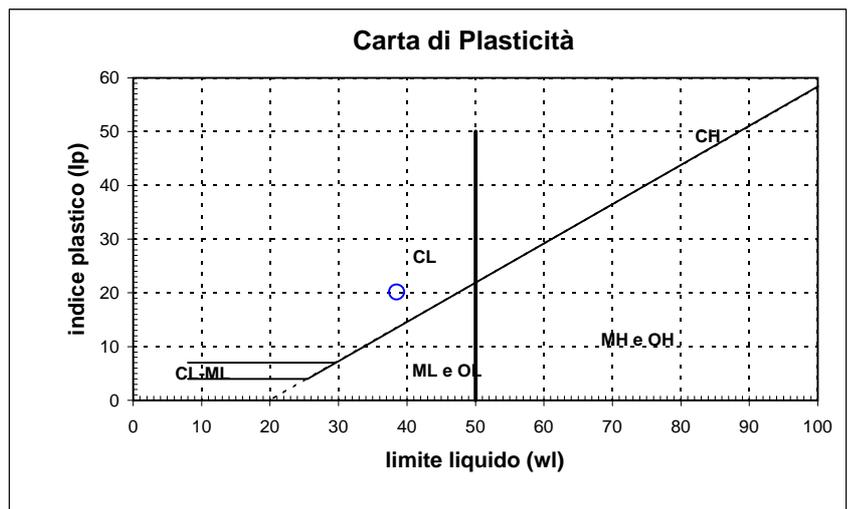
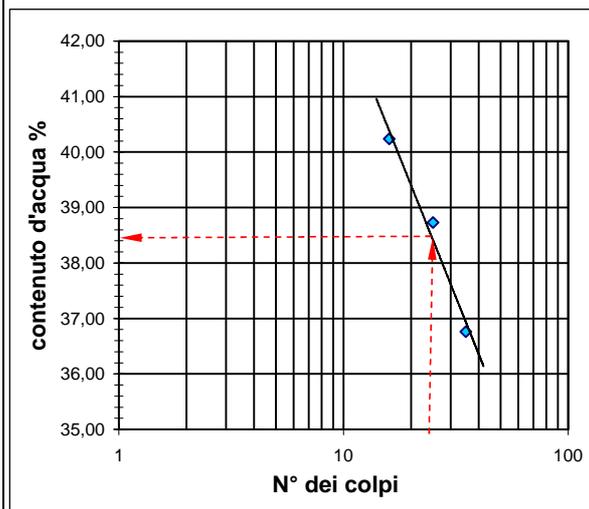
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	16	25	35
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	6,01	6,48	6,01
peso lordo secco (g)	5	5,38	5,08
peso acqua (g)	1,01	1,1	0,93
tara contenitore (g)	2,49	2,54	2,55
peso netto secco (g)	2,51	2,84	2,53
contenuto acqua (%)	40,24	38,73	36,76

limite liquido - wl (%) = **38,50**
limite plastico - wp (%) = **18,35**
indice di plasticità - IP = **20,15**

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)	4,2	4,11
peso lordo secco (g)	3,91	3,85
peso acqua (g)	0,29	0,26
tara contenitore (g)	2,31	2,45
peso netto secco (g)	1,6	1,4
contenuto acqua (%)	18,13	18,57



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R836/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**
 Committente: **Sondeco S.r.L.**
 Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: S1 Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310 ■
Campione: CR4 Ricevuto il: 12/11/14	Forno elettrico ■
Profondità (m): 12,50-12,70 Aperto il: 12/11/14	Bilancia digitale ■
Tipo di terreno (AGI): LIMO ARGILLOSO SABBIOSO	Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro ■
Data esecuzione prova: 19/11/14	Termometro digitale ■

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 352,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottole (%): 0,0
(mm)					Ghiaia (%): 0,0
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%): 10,2
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%): 77,7
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla (%): 12,1
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00	
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00	
9,50	0,0	0,00	0,00	100,00	
4,75	0,0	0,00	0,00	100,00	
2,00	0,0	0,00	0,00	100,00	
0,425	0,1	0,03	0,03	99,97	
0,180	0,8	0,23	0,26	99,74	
0,063	35,0	9,94	10,20	89,80	
fondo	316,1	89,80	100,00	-	

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	19,0	1,0320	32,500	28,250	8,381	0,0557	89,74	80,58
1	19,0	1,0290	29,500	25,250	9,101	0,0410	80,21	72,03
2	19,0	1,0270	27,500	23,250	9,581	0,0298	73,85	66,32
4	19,0	1,0235	24,000	19,750	10,421	0,0220	62,74	56,34
8	19,0	1,0200	20,500	16,250	11,261	0,0161	51,62	46,35
15	19,0	1,0180	18,500	14,250	11,741	0,0120	45,26	40,65
30	19,0	1,0170	17,500	13,250	11,981	0,0086	42,09	37,80
60	19,0	1,0150	15,500	11,250	12,461	0,0062	35,74	32,09
120	19,0	1,0120	12,500	8,250	13,181	0,0045	26,21	23,53
240	19,0	1,0105	11,000	6,750	13,541	0,0032	21,44	19,25
480	19,0	1,0080	8,500	4,250	14,141	0,0023	13,50	12,12
1440	19,0	1,0070	7,500	3,250	14,381	0,0014	10,32	9,27

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

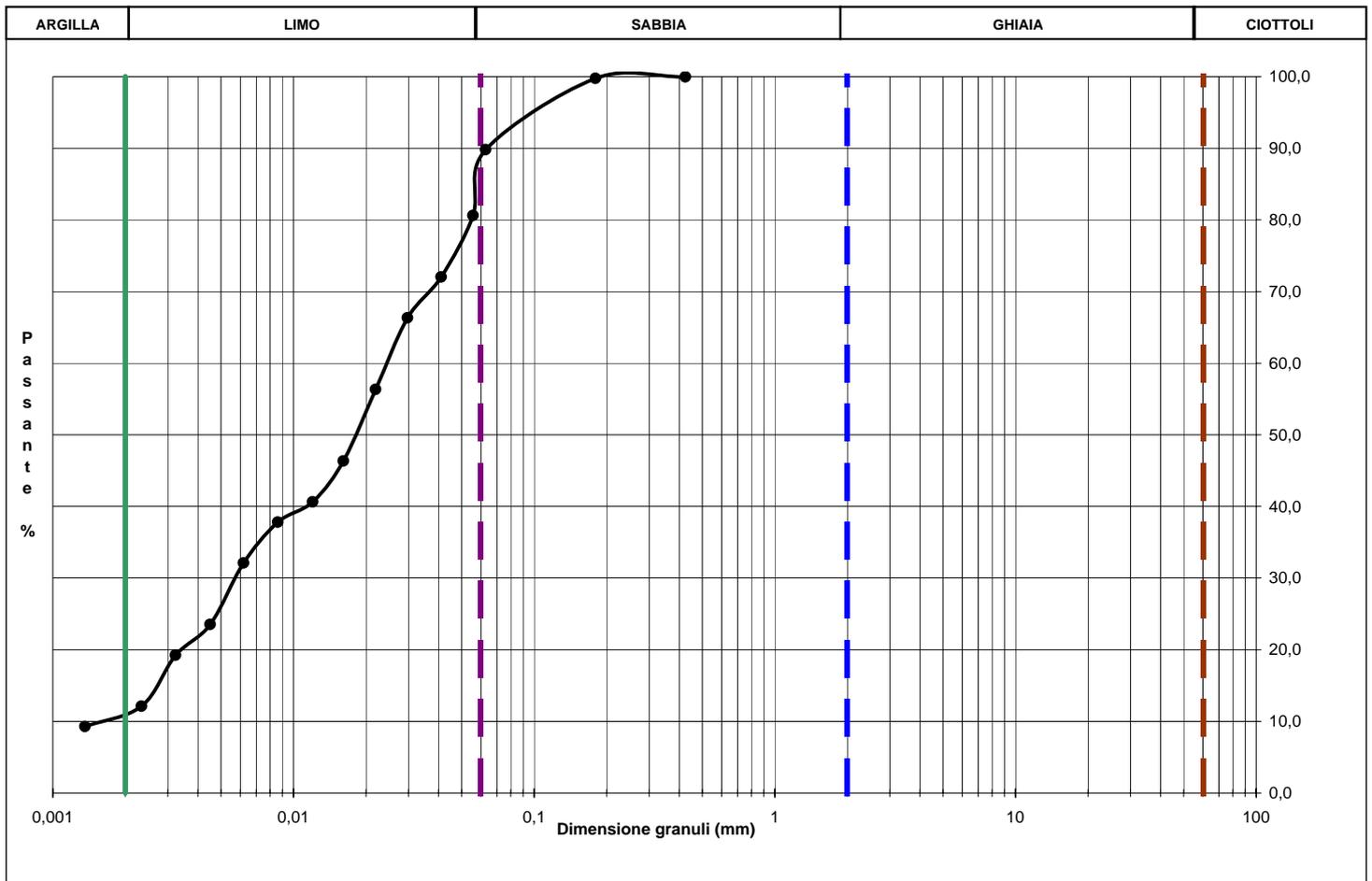
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n.:	R836/2005	Data emissione:	24/11/14	Archivio n.:	2005
Committente:	Sondecò S.r.l.				
Lavoro:	Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A. Prove geotecniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: S1 Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310 ■
Campione: CR4 Ricevuto il: 12/11/14	Forno elettrico ■
Profondità (m): 12,50-12,70 Aperto il: 12/11/14	Bilancia digitale ■
Tipo di terreno (AGI): LIMO ARGILLOSO SABBIOSO	Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro ■
Data esecuzione prova: 19/11/14	Termometro digitale ■

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R843/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**

Committente: **Sondeco S.r.L.**

Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **S1** Codice provino: ****
 Campione: **CR4** Ricevuto il: **12/11/14**
 Profondità (m): **12,50-12,70** Aperto il: **12/11/14**
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO ARGILLOSO SABBIOSO**
 Data esecuzione prova: **20/11/14**

Cucchiaino di Casagrande 
 Forno elettrico 
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

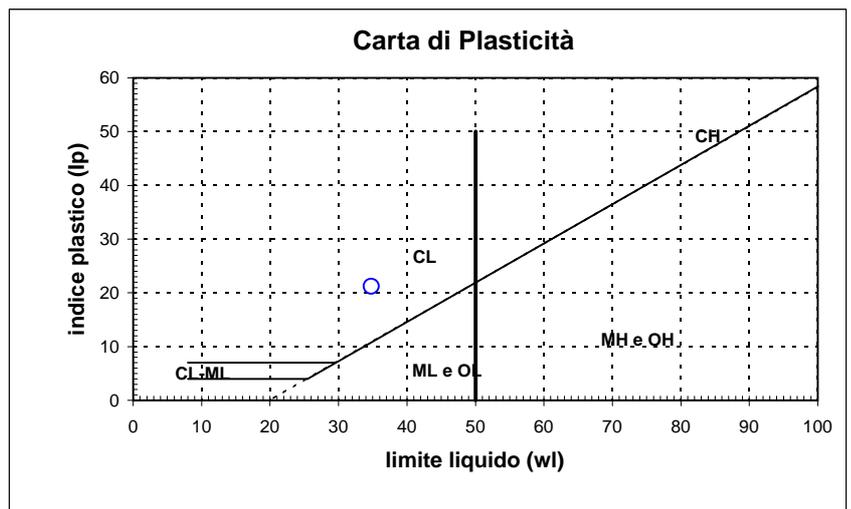
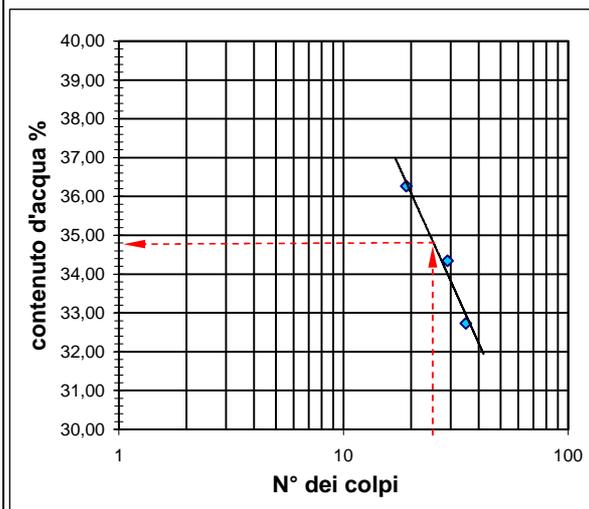
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	19	29	35
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	6,12	6,1	7,65
peso lordo secco (g)	5,13	5,19	6,38
peso acqua (g)	0,99	0,91	1,27
tara contenitore (g)	2,4	2,54	2,5
peso netto secco (g)	2,73	2,65	3,88
contenuto acqua (%)	36,26	34,34	32,73

LIMITE PLASTICO:

contenitore	D	E
peso lordo umido (g)	3,21	4,1
peso lordo secco (g)	3,12	3,9
peso acqua (g)	0,09	0,2
tara contenitore (g)	2,45	2,45
peso netto secco (g)	0,67	1,45
contenuto acqua (%)	13,43	13,79

limite liquido - wl (%) = 34,80
limite plastico - wp (%) = 13,61
indice di plasticità - IP = 21,19



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R837/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**
 Committente: **Sondeco S.r.L.**
 Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S1	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	CR5	Ricevuto il:	12/11/14	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	19,30-19,50	Aperto il:	12/11/14	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	LIMO ARGILLOSO			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:			19/11/14	Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 247,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Ciottoli (%):	0,0
Ghiaia (%):	0,0
Sabbia (%):	2,0
Limo (%):	77,7
Argilla (%):	20,3

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00
9,50	0,0	0,00	0,00	100,00
4,75	0,0	0,00	0,00	100,00
2,00	0,0	0,00	0,00	100,00
0,425	0,6	0,24	0,24	99,76
0,180	0,5	0,20	0,45	99,55
0,063	3,8	1,54	1,98	98,02
fondo	242,1	98,02	100,00	-

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 47,90** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	19,0	1,0330	33,500	29,250	8,141	0,0549	96,99	95,06
1	19,0	1,0305	31,000	26,750	8,741	0,0402	88,70	86,94
2	19,0	1,0285	29,000	24,750	9,221	0,0292	82,06	80,44
4	19,0	1,0250	25,500	21,250	10,061	0,0216	70,46	69,06
8	19,0	1,0235	24,000	19,750	10,421	0,0155	65,49	64,19
15	19,0	1,0220	22,500	18,250	10,781	0,0115	60,51	59,31
30	19,0	1,0200	20,500	16,250	11,261	0,0083	53,88	52,81
60	19,0	1,0170	17,500	13,250	11,981	0,0061	43,93	43,06
120	19,0	1,0150	15,500	11,250	12,461	0,0044	37,30	36,56
240	19,0	1,0120	12,500	8,250	13,181	0,0032	27,35	26,81
480	19,0	1,0100	10,500	6,250	13,661	0,0023	20,72	20,31
1440	19,0	1,0070	7,500	3,250	14,381	0,0014	10,78	10,56

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

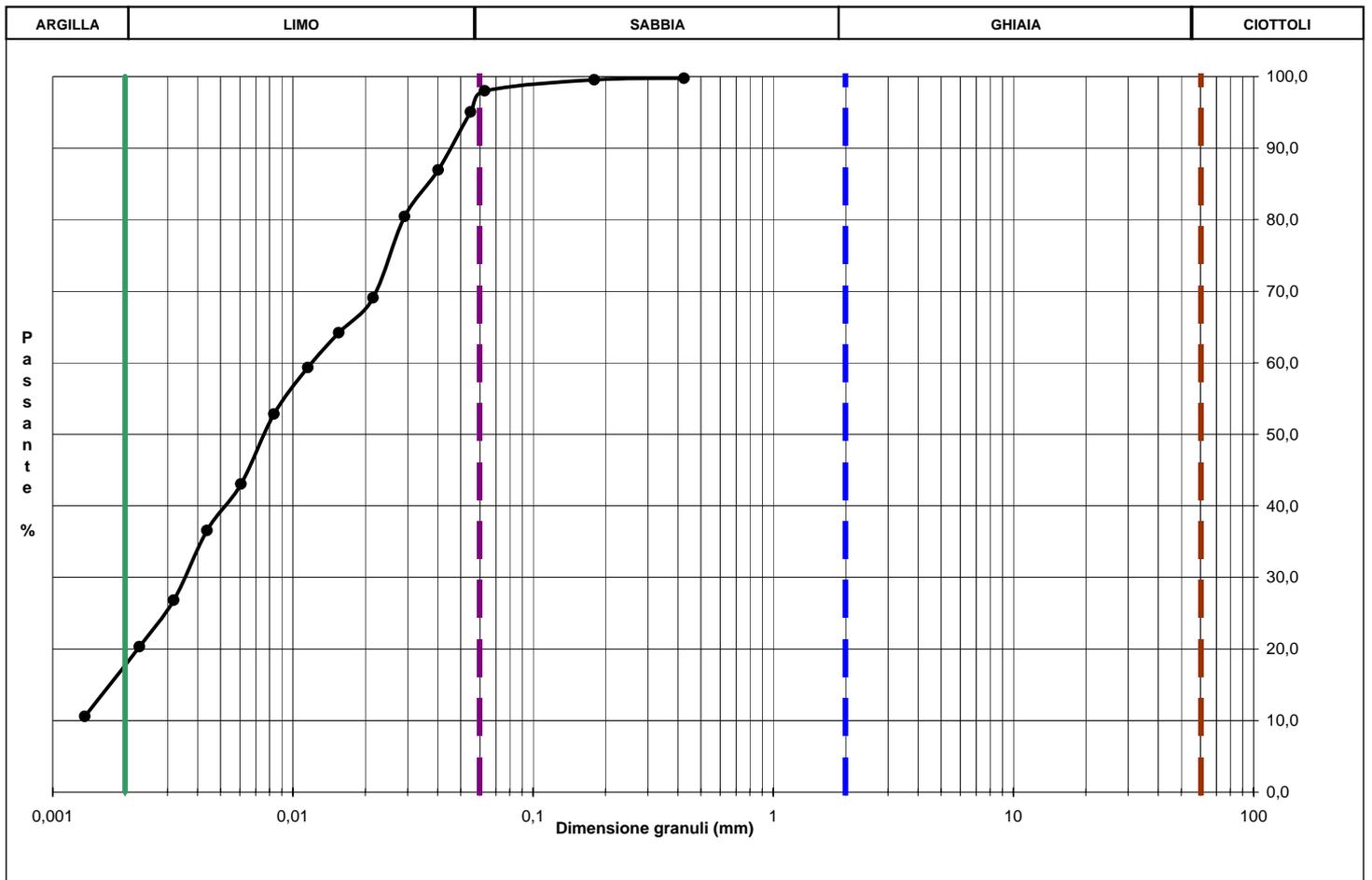
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R837/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**
 Committente: **Sondecò S.r.L.**
 Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: S1 Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310 ■
Campione: CR5 Ricevuto il: 12/11/14	Forno elettrico ■
Profondità (m): 19,30-19,50 Aperto il: 12/11/14	Bilancia digitale ■
Tipo di terreno (AGI): LIMO ARGILLOSO	Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro ■
Data esecuzione prova: 19/11/14	Termometro digitale ■

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R844/2005** Data emissione: **24/11/14** Archivio n.: **2005**
 Committente: **Sondeco S.r.L.**
 Lavoro: **Barbaresco - Strada Vaccheria - Tanaro Power S.P.A.**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: **S1** Codice provino: ****
 Campione: **CR5** Ricevuto il: **12/11/14**
 Profondità (m): **19,30-19,50** Aperto il: **12/11/14**
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO ARGILLOSO**
 Data esecuzione prova: **20/11/14**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Cucchiaino di Casagrande 
 Forno elettrico 
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

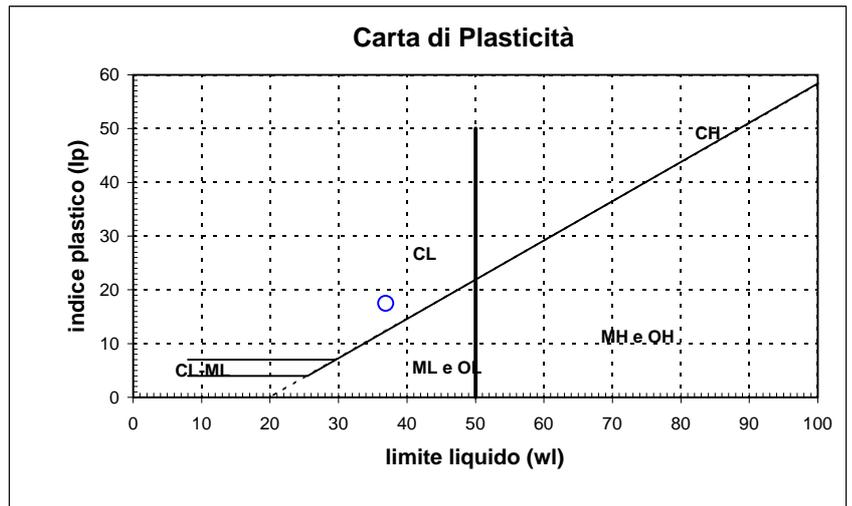
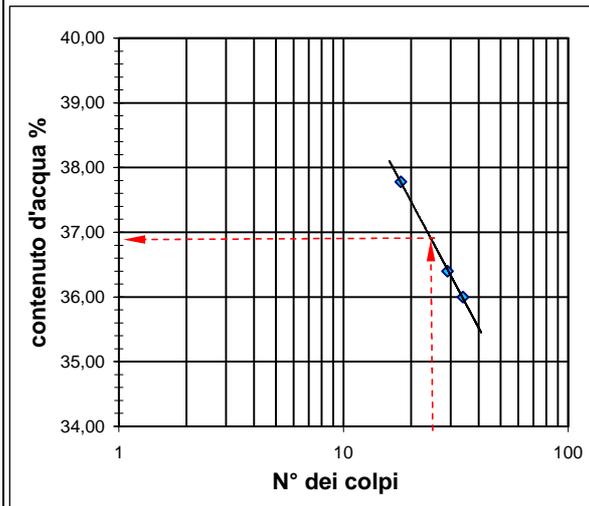
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	18	29	34
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	6,12	6,1	7,6
peso lordo secco (g)	5,1	5,15	6,25
peso acqua (g)	1,02	0,95	1,35
tara contenitore (g)	2,4	2,54	2,5
peso netto secco (g)	2,7	2,61	3,75
contenuto acqua (%)	37,78	36,40	36,00

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)	3,3	4,13
peso lordo secco (g)	3,16	3,86
peso acqua (g)	0,14	0,27
tara contenitore (g)	2,45	2,45
peso netto secco (g)	0,71	1,41
contenuto acqua (%)	19,72	19,15

limite liquido - wl (%) = 36,90
limite plastico - wp (%) = 19,43
indice di plasticità - IP = 17,47



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____