

REGIONE MARCHE PROVINCIA DI PESARO E URBINO COMUNE DI PESARO	
OGGETTO: <p style="text-align: center;">INDAGINE IDROGEOLOGICA ESEGUITA NEL DEPOSITO COSTIERO DI PESARO</p>	
Progett. n.º:	Proprietà: <p style="text-align: center;">FOX Petroli S.p.A. Via Senigallia n.29 61100 Pesaro (PU)</p>
<p style="text-align: center;">RAPPORTO RISULTATI OTTENUTI</p>	I Tecnici: <p style="text-align: center;">Dott. Geol. Cangiotti Sandro</p>  <p style="text-align: center;">Dott. Geol. Massimo Rondina</p> 
	Data: <p style="text-align: center;">Fano li, 30 novembre 2011</p>

INDICE

PREMESSA.....	2
<u>1.) RAPPORTO RISULTATI OTTENUTI.....</u>	<u>3</u>
1.1.) UBICAZIONE DELL'AREA.....	3
1.2.) SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA.....	3
1.3.) CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGIA.....	4
1.4.) INDAGINI ESEGUITE.....	4
1.5.) CONDIZIONI STRATIGRAFICHE E DEFINIZIONE DELLE UNITA' LITOTECNICHE...5	5
1.6.) CARATTERIZZAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL TERRENO.....	6
1.7.) CARATTERIZZAZIONE GRANULOMETRICA DEL TERRENO.....	8
1.8.) PIEZOMETRIA DELLA FALDA.....	8
1.9.) CALCOLI TEMPI D'INFILTRAZIONE NEI TERRENI.....	9
<u>2.) CONCLUSIONI.....</u>	<u>12</u>



ALLEGATI

INQUADRAMENTO GENERALE	sc. 1:10.000
UBICAZIONE INDAGINI	sc. 1:1.000
CARTA IDROGEOLOGICA	sc. 1:1.000
SCHEMA STRATIGRAFICO TRINCEE ESPLORATIVE	sc. 1:50
SCHEMA STRATIGRAFICO SONDAGGI PREGRESSI	fogli n.5
SEZIONI STRATIGRAFICHE	fogli n.2
RILIEVO FOTOGRAFICO INDAGINI	fogli n.6
RISULTATI PROVE DI PERMEABILITA'	fogli n.7
DIAGRAMMI GRANOLUMETRIE	fogli n.3

1.) RAPPORTO RISULTATI OTTENUTI

1.1.) UBICAZIONE DELL'AREA

L'area in studio è posta in Via Senigallia n.29 nella città di Pesaro (PU).

Nella Carta Topografica d'Italia (I.G.M.), alla scala 1:25.000, essa occupa la parte NO della Tavoletta "Pesaro", Foglio n.109, e nella Carta tecnica Regionale, a scala 1:10.000, si colloca nella parte centrale del Foglio 268 Pesaro, Sezione 268070 Pesaro.

L'area di studio è compresa geologicamente nella pianura alluvionale del Fiume Foglia, in sinistra idrografica, nella sponda interna di un meandro, alla distanza di circa 50m dall'alveo di magra, non lontano della linea di costa.

Il sito si colloca nella pianura formata da depositi alluvionali, in prossimità della scarpata di raccordo che unisce questi sedimenti con quelli attuali presenti nel alveo del corso d'acqua.

La zona è ubicata ad una quota di 6÷7m s.l.m., la morfologia presenta valori clivometrici sub-orizzontali (pendenza topografica = 2%).

Dall'esame della cartografia ufficiale, dai rilievi svolti e dai sondaggi effettuati, emerge che la zona in questione è litologicamente caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali del IV ordine riferibili al Pleistocene Superiore e all'Olocene che si raccordano ai depositi recenti ed attuali presenti nel alveo del corso d'acqua.

I depositi alluvionali sono costituiti da un'alternanza di sabbie, argille e ghiaie-sabbia, che passano in profondità al substrato pliocenico (età ca. 2÷3 milioni di anni fa).

L'alveo del corso d'acqua, nel dettaglio dell'area, risulta inciso di 4÷4,5m rispetto il piano campagna posto esternamente agli argini.

La larghezza dell'alveo di magra è di una quindicina di metri, mentre gli argini distano tra loro circa 50m.

In questo tratto il corso d'acqua è contenuto entro argini artificiali in terra di forma trapezoidale, aventi un'altezza di ca. 3m e una larghezza alla sommità di ca. 4m.

1.2.) SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA

I terreni che si trovano nell'area in studio sono il risultato di vari fattori, e sono di seguito riportati:

- 1) Terreno di riporto;
- 2) Deposizione di sedimenti alluvionali costituiti da sabbie argille e ghiaie;
- 3) Sedimentazione sabbiosa arenacea variamente cementata con intercalazioni argilloso marnose costituenti il "bedrock" della zona (Pliocene).

La successione stratigrafica dell'area è formata da terreno di riporto avente spessore variabile e da depositi di materiale alluviale, eterogeneo, costituito da sedimenti sabbiosi argillosi in superficie e ghiaioso sabbiosi in profondità, che sovrastano il substrato litoide.

Le indagini geognostiche eseguite mostrano come il sottosuolo del sito è formato da un livello superficiale di terreno di riporto di ovvia origine antropica.

Al disotto sono presenti i depositi alluvionali del IV ordine di terrazzo del Fiume Foglia costituiti da sabbie, limi sabbiosi, ghiaie e sabbie e argille limose che s'intercalano tra loro.

I depositi alluvionali, dotati nell'area di rilevante spessore, poggiano sul substrato litoide formato da un'alternanza di sabbie debolmente cementate e argille sovra consolidate.

In dettaglio lo studio della stratigrafia del sottosuolo è avvenuta per la porzione della zona non satura, ossia dalla superficie topografica fino alla profondità del livello piezometrico della falda idrica sotterranea.

1.3.) CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGIA

Da un punto di vista idrografico è situata nel bacino idrografico del Fiume Foglia.

Per quanto riguarda l'idrogeologia, i terreni alluvionali superficiali, per il loro spessore e in rapporto alla loro granulometria costituiscono la struttura di acquiferi per porosità primaria.

Le lenti più permeabili (ghiaiose) facilitano il deflusso sotterraneo della falda che in relazione alla situazione idrogeologica è alimentata presumibilmente dalla falda libera di subalveo, dalle acque d'infiltrazione meteorica e da alimentazioni provenienti dalle alluvioni poste a monte.

Il livello statico della falda rilevato dalla misurazione dei pozzi e dei piezometri esistenti all'interno del Deposito Costiero risulta attestarsi tra un minimo di -5,41m di profondità dal p.c. ed una massimo di profondità di -5,50m dal p.c..

Da dati e studi bibliografici si può ipotizzare un'oscillazione del livello piezometrico della falda di ca. 1m tra periodo di massima ricarica (maggio) e fine esaurimento dell'acquifero (settembre).

La falda idrica sotterranea in questo settore della pianura alluvionale è alimentata dal Fiume Foglia.

Le isofreatiche hanno un andamento che evidenziano delle linee di deflusso che si orientano quindi in direzione ortogonale all'alveo del fiume, possiedono un andamento O-E nel settore ovest e NO-SE nella parte est dell'area.

Il livello statico della falda è soggetto a limitate oscillazioni e la portata è verosimilmente elevata e costante.

La vulnerabilità della falda è indicata da studi a grande scala effettuati su tutto il territorio comunale come alta.

L'andamento indicativo delle isopieze è illustrato nella carta idrogeologica riportata in allegato.

1.4.) INDAGINI ESEGUITE

Con il presente lavoro s'intende studiare, dal punto di vista idrogeologico, un terreno ubicato all'interno del Deposito Costiero di Pesaro sito in Via Senigallia, al fine di poter disporre degli elementi utili per la caratterizzazione idrogeologica della porzione di sottosuolo che costituisce la zona non satura.

Il non saturo è rappresentato dalla parte di terreno situata tra la superficie topografica attuale e il livello piezometrico della falda idrica sotterranea.

Le indagini eseguite hanno permesso la determinazione della stratigrafia, della litologia e della permeabilità del terreno che forma il non saturo.

Si è provveduto all'esecuzione di **n.5 trincee esplorative** tramite escavatore meccanico e di seguito sono state eseguite delle prove di permeabilità in sito.

In dettaglio le trincee e le successive prove hanno raggiunto profondità di T1=-0,8m, T2=-1,5m, T3=-1,0m, T4=-1,05m e T5=-1,0m, rimanendo all'interno dello strato del terreno di riporto.

Nel fondo di ogni trincea esplorativa è stato installato un permeametro Boutwell per stimare il coefficiente di permeabilità del terreno.

Sono così state realizzate in totale **n.7 prove di permeabilità**, di cui n.5 prove di permeabilità utilizzando il prodotto stoccato nel Deposito Costiero avente valore di Viscosità minore e valore di densità maggiore e n.2 prove di permeabilità mediante acqua eseguite all'interno delle trincee T1 e T2.

Per una completa classificazione della tipologia del terreno presente nell'area investigata si è proceduto all'esecuzione di **n.3 analisi granulometriche** di laboratorio.

Tali prove sono state eseguite mediante il prelievo di campioni, nel fondo foro delle trincee T1, T2 e T4.

Per la definizione completa e dettagliata del non saturo dell'area indagata sono state considerate anche le **indagini geognostiche pregresse** eseguite nel 2001.

In dettaglio si tratta di sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti nell'ambito dello stesso areale e sono stati utilizzati le informazioni del sondaggio C9, che si rinvia in corrispondenza di T1, del sondaggio C11 (eseguito nelle vicinanze di T5), del sondaggio, C15 adiacente a T2 e del sondaggio C20, posto vicino a T3.

Le indagini condotte direttamente e le informazioni raccolte tramite dati bibliografici, forniscono un quadro sufficientemente circostanziato per quanto concerne la caratterizzazione geologica del non saturo, specialmente per quanto riguarda il coefficiente di permeabilità del terreno, della situazione stratigrafica e della litologica.

In allegato alla presente relazione è stata introdotta la Carta di "ubicazione indagini" alla scala 1:1.000.

L'esecuzione delle prove di permeabilità in sito e le analisi granulometriche son state eseguite dal "Laboratorio Geomeccanico".

1.5.) CONDIZIONI STRATIGRAFICHE E DEFINIZIONE DELLE UNITA' LITOTECNICHE

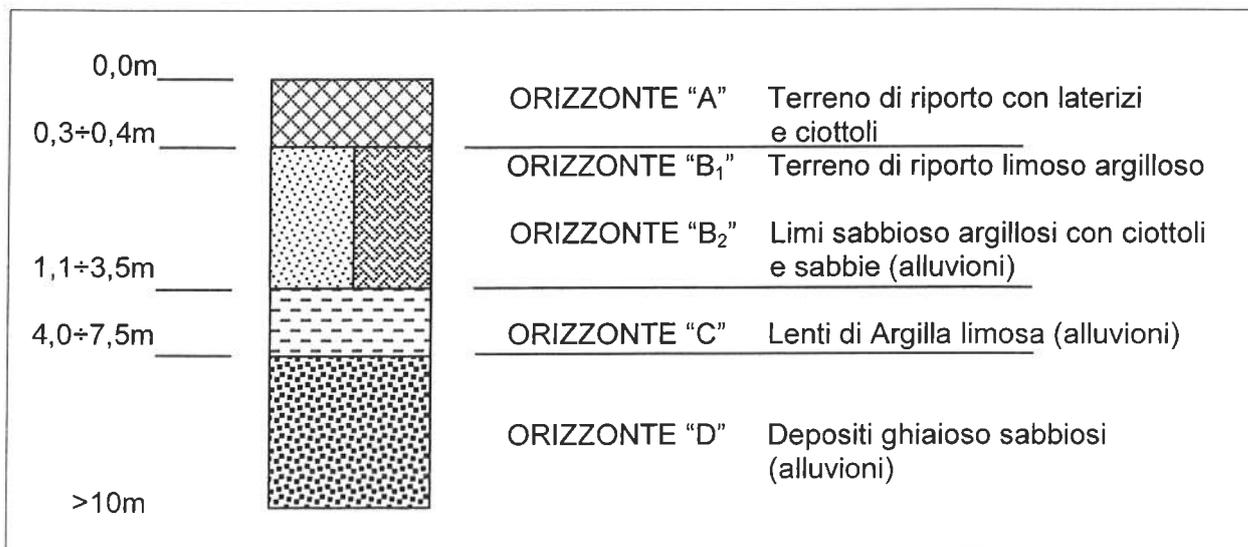
Le trincee esplorative hanno messo in luce che dal p.c. fino a quote di $0,3\pm 0,4$ m di profondità, un strato di materiale di riporto con laterizi, ciottoli e terreno argilloso (Orizzonte "A"), il quale sovrasta un livello di terreno di riporto limoso argilloso (Orizzonte "B₁") fino al fondo foro delle trincee.

La successione stratigrafica del non saturo è stata eseguita in base ai dati forniti dalla visione dei sondaggi pregressi che attraversano tutto lo spessore del terreno di riporto e parte del terreno in sito (alluvioni) fino a raggiungere la zona satura situata al di sotto del livello piezometrico della falda.

In sintesi i sondaggi mostrano che dopo uno spessore minimo di 0,30m ad un massimo di 2,80m rispettivamente in C20 e C19 di terreno di riporto, si rinvencono le alluvioni costituite localmente da limi sabbioso argillosi con ciottoli (Orizzonte "B₂"), da lenti di argille limose (Orizzonte "C") e da ghiaie sabbiose (Orizzonte "D").

Le stratigrafie dei sondaggi geognostici sono riportate in allegato.

La successione stratigrafica del luogo, derivante globalmente dalle indagini geognostiche effettuate, è schematizzata nella figura che segue:



La permeabilità del non saturo è condizionata dalla successione stratigrafica rilevata, dalla percentuale di matrice fine presente nel terreno di riporto, dalla presenza e dallo spessore delle lenti argilloso limose sottostanti il terreno di riporto.

In corrispondenza dei sondaggi C9 e C11 la lente argillosa si rinviene da -2,20m fino -4,0m dal p.c., in corrispondenza del sondaggio C19 le argille sono presenti da -2,8m fino -4,0m dal p.c. e nel sondaggio C20 da profondità di - 4,3m fino a -7,5m dal p.c., solo in corrispondenza del sondaggio C15 la lente argilloso limosa è assente.

Al fine d'illustrare in modo dettagliato la situazione stratigrafica nell'area d'interesse sono state elaborate due sezioni stratigrafiche utilizzando le informazioni derivanti dai sondaggi geognostici.

Le sezioni A-A' e B-B' evidenziano come il non saturo presenti una successione stratigrafica abbastanza regolare ed uniforme in senso verticale con variazioni determinate dall'estensione areale e dallo spessore del terreno di riporto superficiale, di origine antropica.

Il non saturo è costituito da terreni eterogenei di riporto prevalentemente a granulometria fine e da depositi alluvionali argilloso limosi e limoso sabbiosi.

In dettaglio i sondaggi pregressi considerati sono il C9, che si rinviene in prossimità di T1, il C11 (eseguito nelle vicinanze di T5), il C15 adiacente a T2, il C20, posto vicino a T3 e il C19 situato nei pressi di T4.

Nel dettaglio la stratigrafia della zona non satura in corrispondenza di ogni singola prova di permeabilità è riassunta nella seguente tabella:

Numero Prova	Ubicazione Prova	Sondaggio	Livelli di terreno e profondità della base dello strato (m)		
1	T1	C9	Riporto - 0,7	Sabbie -2,2	Argille -4,0
2	T1	C9	Riporto - 0,7	Sabbie -2,2	Argille -4,0
3	T2	C15	Riporto - 3,5	Sabbie -6,5	
4	T2	C15	Riporto - 3,5	Sabbie -6,5	
5	T3	C20	Riporto - 1,1	Sabbie -4,3	Argille - 7,5
6	T4	C19	Riporto - 2,8	Argille -4,0	Ghiaia e sabbia -10
7	T5	C11	Riporto - 2,2	Argille -4,0	Ghiaia e sabbia -11

1.6.) CARATTERIZZAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL TERRENO

Per testare la permeabilità del suolo ci si è avvalsi di Permeometri di tipo "Boutwell" (*Boutwell e Derick -1986*).

In relazione alla finalità dello studio le prove sono state eseguite per la determinazione della permeabilità verticale, la prova si basa sul principio secondo il quale in base alla geometria della zona interessata dalla permeazione, la conducibilità idraulica in senso verticale avviene con certi criteri ben definiti e quindi è possibile verificarla attraverso calcoli.

Materialmente lo strumento viene inserito in un foro appositamente preparato (nel caso specifico il permeometro è stato inserito nel fondo delle trincee esplorative eseguite appositamente per l'esecuzione della prova) e sigillando il perimetro con una miscela costituita da cemento e bentonite, allo scopo d'impedire al fluido di fuoriuscire lateralmente verso la superficie.

In relazione al fatto che le formule di calcolo per la determinazione della permeabilità dei terreni contengono come elementi sia la viscosità sia la densità del liquido percolante è stato utilizzato come liquido il prodotto meno viscoso e più denso che è stoccato all'interno del Deposito Costiero.

Il valore della conducibilità K è dato dalla formula (Hvorslev, 1949) $k = (\pi \times d^2) / [11 \times D \times (t_2 - t_1)] \times \ln(H_1/H_2)$ dove: d=diametro tubo minore, D diametro tubo maggiore, t= tempo, h= altezza liquido dentro tubo minore.

Le prove di permeabilità sono state eseguite direttamente dal *Laboratorio Geomeccanico* e sono stati realizzate con permeametri cilindrici in P.V.C. e ghisa aventi diametro 86mm, 100 mm e 300mm con installata superiormente un tubo di misura trasparente di diametro 20mm.

Le n.7 prove di permeabilità sono state eseguite dal 24 al 28 ottobre con durata variabile secondo la velocità della prova da 3 ore a 4 giorni.

Per una comparazione reale delle grandezze di permeabilità dei terreni sono state realizzate in corrispondenza della trincea T1 e T2 delle prove di permeabilità utilizzando come fluido l'acqua, tale verifica ha permesso di determinare la diversa conducibilità idraulica degli stessi terreni ai due fluidi.

In dettaglio il combustibile utilizzato per le prove di permeabilità, è rappresentato da "Olio Combustibile Fluido 3/5" con le seguenti proprietà fisiche: Densità a 15°C= 0,93Kg/m³ (ASTM D 1298); Viscosità a 50°E 3-5 (ASTM D 445).

Terminate le prove di permeabilità il terreno presente nel fondo delle trincee è stato rimosso completamente mediante escavatore meccanico.

Tale operazione è stata svolta immediatamente dopo la fine delle prove per evitare la contaminazione dei terreni, il materiale escavato è stato introdotto in appositi contenitori a tenuta denominati "Big Bag" e successivamente i terreni contenuti nei "Big Bag" sono stati smaltiti dal committente tramite ditte autorizzate.

Di seguito vengono riportati in tabella i valori dei coefficienti k di conducibilità idraulica (permeabilità) ottenuti nelle singole prove:

Numero Prova	Ubicazione Prova	Profondità Prova (m)	Liquido utilizzato	Coefficiente di Permeabilità K (cm/s)	Grado di Permeabilità'
1	T1	0,8	ACQUA	$1,8 \times 10^{-5}$	BASSO
2	T1	0,8	OLIO	$3,4 \times 10^{-6}$	MOLTO BASSO
3	T2	1,5	ACQUA	$1,2 \times 10^{-7}$	MOLTO BASSO
4	T2	1,5	OLIO	$9,0 \times 10^{-8}$	IMPERMEABILE
5	T3	1,0	OLIO	$1,1 \times 10^{-7}$	MOLTO BASSO
6	T4	1,05	OLIO	$8,1 \times 10^{-7}$	MOLTO BASSO
7	T5	1,0	OLIO	$6,6 \times 10^{-8}$	IMPERMEABILE

Dai valori di permeabilità ottenuti secondo *Casagrande e Fadum* è possibile eseguire una classificazione del grado di permeabilità sulla base dei coefficienti di permeabilità k.

La classificazione si basa sulla velocità di drenaggio espressa in cm/sec, che presenta il terreno indagato.

Su questa base e dai risultati ottenuti possiamo indicare che tutti i coefficienti con esponenti $>10^{-6}$ rientrano in una categoria di terreni caratterizzati da una bassa permeabilità (T1_{acqua}).

I Coefficienti di permeabilità che presentano valori compresi tra 10^{-6} - 10^{-7} sono caratterizzati da un grado di permeabilità molto basso (T1_{olio}; T2_{acqua}; T3; T4).

I restanti terreni che presentano coefficienti con esponenti $<10^{-7}$ sono caratterizzati da un grado di permeabilità praticamente impermeabile (T2_{olio}; T5).

Analizzando i risultati occorre sottolineare che il grado di permeabilità è in funzione non solo dalla tipologia di terreno ma anche dalle caratteristiche di viscosità e densità nel liquido utilizzato.

Infatti si deve sottolineare che nelle trincee T1 e T2, dove sono state eseguite le prove di permeabilità, sia con Olio combustibile che con acqua, si sono riscontrati valori diversi di permeabilità.

Come si può verificare dai valori riportati sopra in tabella, le prove eseguite con olio combustibile hanno fornito permeabilità di un ordine di grandezza inferiore nei confronti di quelle eseguite con acqua.

1.7.) CARATTERIZZAZIONE GRANULOMETRICA DEL TERRENO

Per classificare da un punto di vista litologico i terreni, su cui si sono eseguite le prove di permeabilità e che formano il non saturo, sono stati prelevati dei campioni di terreno e sono state eseguite delle analisi di laboratorio.

Nel dettaglio sono state eseguite n.3 analisi granulometriche complete (setacciatura e sedimentazione) al fine di determinare le dimensioni delle particelle che compongono un campione di terreno e stabilire la percentuale in peso delle varie frazioni che rientrano entro limiti prefissati (frazioni granulometriche).

L'importanza di conoscere le dimensioni delle particelle deriva dal fatto che il comportamento del materiale può essere correlato a tale informazione.

La granulometria nel nostro caso specifico può aiutare a definire la permeabilità del terreno.

Per ottenere le varie frazioni granulometriche si usano dei setacci con caratteristiche standardizzate.

In base alla percentuale di materiale trattenuta nei setacci viene eseguita una curva granulometrica che ci fornisce la percentuale dei diversi diametri presenti.

La frazione fine è stata sottoposta ad areometria per definire la percentuale di argilla e di limo presente.

Le prove granulometriche sono state realizzate su campioni di terreno prelevati nel fondo foro di alcune delle prove e delle trincee eseguite, quindi i risultati ottenuti ci forniscono informazioni sulla parte superficiale del terreno, in dettaglio quella che costituisce il "Terreno di riporto".

La scelta dei campioni di terreno prelevati è stata eseguita dopo un'attenta analisi visiva dei terreni presenti in ogni trincea esplorativa e optando per quelli che sono risultati più grossolani. Di seguito vengono riportati in tabella i valori delle prove granulometriche eseguite:

NUMERO PROVA	UBICAZIONE PROVA	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA
1	T1	20,8	10,0	55,1	14,1	Limo ghiaioso argilloso debolmente sabbioso
3	T2	0,8	12,8	62,1	24,3	Limo argilloso sabbioso
6	T4	0,6	10,3	67,8	21,3	Limo argilloso debolmente sabbioso

1.8.) PIEZOMETRIA DELLA FALDA

Al fine di stabilire la soggiacenza della falda idrica sotterranea nell'area investigata è stato eseguito un rilievo piezometrico dei punti d'acqua presenti all'interno del Deposito Costiero e la misura della profondità del livello statico della falda dal piano campagna.

Il rilievo piezometrico è stato eseguito il giorno 10 novembre 2011 in corrispondenza dei quattro pozzi antincendio e nei tre piezometri esistenti.

Per quanto riguarda i pozzi antincendio prima della misura ci si è accertati che la pompa non fosse in funzione e che non vi fossero stati prelievi nelle ore precedenti al rilievo.

I punti d'acqua rilevati più prossimi all'area dove sono state eseguite le prove di permeabilità, sono il Pozzo n.4, il Pozzo n.2 e il Piezometro Pz1, che forniscono rispettivamente una profondità del livello piezometrico dal p.c. pari a 5,48m, 5,41m e 5,58m.

Per definire la soggiacenza della falda in corrispondenza delle prove eseguite, è stata elaborata una carta idrogeologica con ricostruzione indicativa delle isopieze assumendo cautelativamente le quote del livello idrico del Fiume Foglia, considerando il fiume come limite di equilibrio equipotenziale della falda.

Le quote del piano campagna in corrispondenza della testa pozzo dei punti di rilievo sono state estrapolate dalla Carta Tecnica Comunale redatta in scala 1:2.000, perciò tali valori sono da considerare solo indicativi.

Le misure sono state effettuate con freatimetro di precisione e i dati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

Punto di rilievo	Profondità livello piezometrico dal p.c. (m)	Quota piano campagna (m s.l.m.)	Quota livello piezometrico falda (m s.l.m.)
Pozzo n.1	-5,50	6,8	1,30
Pozzo n.2	-5,41	7,0	1,59
Pozzo n.3	n.r.	7,1	n.r.
Pozzo n.4	-5,42	7,0	1,58
Piezometro Pz1	-5,31	6,8	1,49
Piezometro Pz2	-5,48	7,0	1,52
Piezometro Pz3	-5,58	7,0	1,42

La soggiacenza in corrispondenza di ogni singola prova di permeabilità è indicata nella seguente tabella riassuntiva:

Numero Prova	Ubicazione Prova	Quota piano campagna (m s.l.m.)	Quota Liv. Piez. (m s.l.m.)	Soggiacenza (m)
1	T1	6,75	1,81	4,94
2	T1	6,75	1,81	4,94
3	T2	6,9	1,98	4,92
4	T2	6,9	1,98	4,92
5	T3	6,9	1,88	5,02
6	T4	6,9	1,72	5,18
7	T5	6,8	1,65	5,15

La profondità minima del livello piezometrico della falda idrica sotterranea è stata misurata pari a 4,94m e anche ipotizzando un'oscillazione stagionale di 1m si raggiungono 3,94m di profondità dal p.c..

I valori della soggiacenza ottenuti dalle misure piezometriche eseguite permettono di evidenziare come lo spessore del non saturo è sempre maggiore dello spessore del terreno di riporto presente nell'area.

1.9.) CALCOLI TEMPI D'INFILTRAZIONE NEI TERRENI

Per definire il tempo di percolazione di eventuali liquidi combustibili stoccati nel Deposito Costiero di Via Senigallia, è semplicemente applicabile la formula del calcolo della velocità data dalla distanza da percorrere diviso il tempo impiegato per percorrerla.

Tramite le prove di permeabilità si è ottenuto il coefficiente di permeabilità che rappresenta la velocità con cui si sposta il liquido che s'infiltra nel non saturo.

Attraverso la campagna di misura del livello piezometrico nei pozzi e nei piezometri esistenti nel Deposito Costiero è stata ottenuta la distanza tra la superficie topografica e il livello piezometrico (soggiacenza).

La stratigrafia del non saturo in corrispondenza dell'area investigata è rappresentata da uno strato di terreno di riporto eterogeneo ma inglobato in abbondante matrice limo argilloso sabbiosa avente spessori variabili di 0,3÷3,5m, che sovrastano delle lenti di sabbie e argille che s'interdigitano fino a 2,2÷7,5m di profondità dal p.c., al disotto sono presenti ghiaie e sabbie.

Dalle prove di permeabilità sono stati ottenuti dei valori del coefficiente k che forniscono la velocità di percolazione giornaliera, da questi valori e in funzione della successione stratigrafica presente in corrispondenza delle singole prove di permeabilità eseguite si può stimare il tempo necessario al liquido che s'infiltra dalla superficie per attraversare tutto lo spessore del terreno di riporto e anche del non saturo.

Le componenti ambientali naturali che possono essere interessate dall'eventuale percolazione di liquidi contaminanti sono rappresentate dal terreno in sito che costituisce la zona non satura e dalla falda idrica sotterranea.

Considerando come potenziale bersaglio il terreno naturale presente in sito si calcolano i tempi d'infiltrazione, di un liquido proveniente dalla superficie, necessario per attraversare lo spessore del terreno di riporto (di origine antropica) presente nell'area investigata.

Il calcolo del tempo d'infiltrazione è determinato perciò dallo spessore del terreno di riporto, rilevato in corrispondenza di ogni singola prova di permeabilità, diviso il coefficiente di permeabilità k (velocità di percolazione) ottenuto in ciascuna prova.

I valori calcolati in corrispondenza di ogni trincea esplorativa e di ogni sondaggio più vicino alla prova di permeabilità sono riportati nella seguente tabella:

Numero Prova	Ubicazione Prova	Coefficiente Permeabilità K (cm/s)	Velocità di percolazione giornaliera (cm)	Spessore terreno di riporto (cm)	Tempo di percolazione nel terreno di riporto
1	T1	$1,8 \times 10^{-5}$	1,5552	80	51 giorni
2	T1	$3,4 \times 10^{-6}$	0,2938	80	272 giorni
3	T2	$1,2 \times 10^{-7}$	0,0104	150	39 anni
4	T2	$9,0 \times 10^{-8}$	0,0078	150	52 anni
5	T3	$1,1 \times 10^{-7}$	0,0095	100	28 anni
6	T4	$8,1 \times 10^{-7}$	0,0699	105	4 anni
7	T5	$6,6 \times 10^{-8}$	0,0057	100	48 anni
1	C9	$1,8 \times 10^{-5}$	1,5552	70	45 giorni
2	C9	$3,4 \times 10^{-6}$	0,2938	70	238 giorni
3	C15	$1,2 \times 10^{-7}$	0,0104	350	92 anni
4	C15	$9,0 \times 10^{-8}$	0,0078	350	122 anni
5	C20	$1,1 \times 10^{-7}$	0,0095	30	8 anni
6	C19	$8,1 \times 10^{-7}$	0,0699	280	10 anni
7	C11	$6,6 \times 10^{-8}$	0,0057	220	105 anni

Il valore di velocità d'infiltrazione massimo ottenuto è pari a 1,55cm al giorno che equivale ad un tempo minimo di percolazione stimato, per attraversare il terreno di riporto, pari a 45 giorni. I valori di tempo calcolati rappresentano una stima dei tempi necessari ad eventuali contaminanti provenienti dalla superficie topografica per raggiungere il terreno naturale in posto.

In relazione alla velocità d'infiltrazione di un liquido che dalla superficie percola fino a raggiungere la falda è possibile stimare il tempo necessario per raggiungere il livello piezometrico della falda con la stessa metodologia adottata per il terreno di riporto.

Per la stima del tempo d'infiltrazione in falda si introduce il valore della soggiacenza della falda calcolata nel paragrafo precedente diminuita cautelativamente di 1,0m per considerare la massima oscillazione piezometrica stagionale della falda.

La stratigrafia del non saturo (riportata nelle sezioni in allegato e nella tabella del paragrafo 1.5)) mostra che al disotto del terreno di riporto caratterizzato con le prove di permeabilità in sito è presente localmente un livello di sabbie eteropico ad una lente di argille che sovrasta un deposito di ghiaie e sabbie.

La permeabilità dei terreni sottostanti il terreno di riporto artificiale è stata considerata in base a dati bibliografici, per le sabbie è stato preso un valore di 1×10^{-3} cm/s, per le argille è stato considerato un valore di 1×10^{-7} cm/s e per le ghiaie e sabbie un valore di 1×10^{-1} cm/s.

2.) CONCLUSIONI

In base alle indagini idrogeologiche effettuate e all'elaborazione dei risultati ottenuti, si evidenzia:

- che il sottosuolo nell'area indagata è costituito da:
 - da **0m fino a 0,3÷3,5m da terreno di riporto** variamente costituito da limi argilloso sabbiosi che inglobano frammenti di laterizi e ciottoli;
 - da **2,2÷2,4m fino 4,0÷7,4m da sabbie limose e lenti di argille** (depositi alluvionali);
 - da **4,0÷7,4m da sabbie e ghiaie** con ciottoli (depositi alluvionali);
- dalle misure della profondità del livello della falda idrica sotterranea eseguite direttamente nei pozzi e nei piezometri esistenti all'interno del Deposito si desume che il **livello piezometrico della falda si trova a profondità di 4,9÷5,2m dal p.c.**;
- le prove di permeabilità eseguite nelle trincee esplorative hanno indicato i seguenti **coefficienti di permeabilità**: $k_1=1,8 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s}$, $k_2=3,4 \cdot 10^{-6} \text{ cm/s}$, $k_3=1,2 \cdot 10^{-7} \text{ cm/s}$, $k_4=9,10 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$, $k_5=1,1 \cdot 10^{-7} \text{ cm/s}$, $k_6=8,1 \cdot 10^{-7} \text{ cm/s}$ e $k_7=6,6 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$;
- le prove di permeabilità eseguite hanno rilevato un **grado di permeabilità dei terreni classificabile come BASSO, MOLTO BASSO e IMPERMEABILE**;
- le prove granulometriche di laboratorio eseguite nel fondo delle trincee T1, T2 e T4 hanno fornito la seguente **classificazione granulometrica dei terreni**: **Limo ghiaioso argilloso, Limo argilloso sabbioso e Limo argilloso debolmente sabbioso**;
- in base alla permeabilità del terreno e allo spessore del terreno di riporto si stima che, in caso di sversamento di fluido combustibile nella superficie topografica, la **velocità d'infiltrazione massima è pari a 1,55cm al giorno** che equivale ad un **tempo di percorrenza minimo di 45 giorni** necessario al liquido **per raggiungere la base del materiale di riporto**;
- in relazione alla successione stratigrafica, alla permeabilità e allo spessore di ogni singolo livello di terreno che forma il non saturo è stato stimato un **tempo di percorrenza minimo di 8 anni** necessario al liquido **per raggiungere il livello piezometrico della falda**;
- tali valori rappresentano la **stima del tempo d'infiltrazione** in condizioni teoriche, ossia in **situazione di omogeneità e uniformità delle caratteristiche litologiche, granulometriche, fisiche e chimiche dei terreni**;
- **di particolare importanza è la verifica della presenza di eventuali strutture antropiche nel sottosuolo**, le quali possono rappresentare dei percorsi preferenziali per le infiltrazioni di liquidi dalla superficie aumentando notevolmente la dispersione e la velocità d'infiltrazione nei terreni.

I tecnici

Dott. Geol. Cangiotti Sandro



Dott. Geol. Massimo Rondina

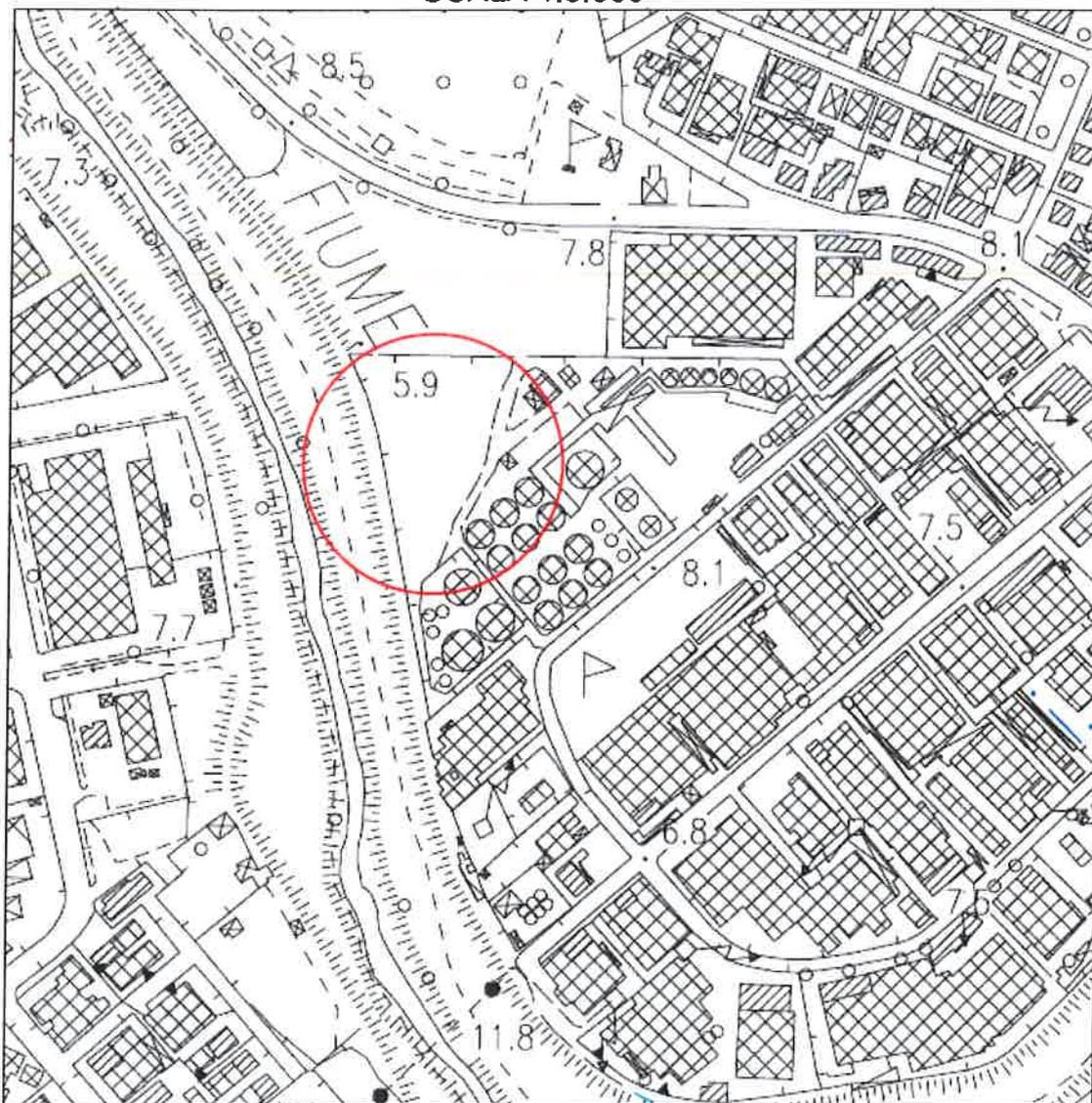


Fano li, 30 novembre 2011

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Sezione n° 268070 Pesaro

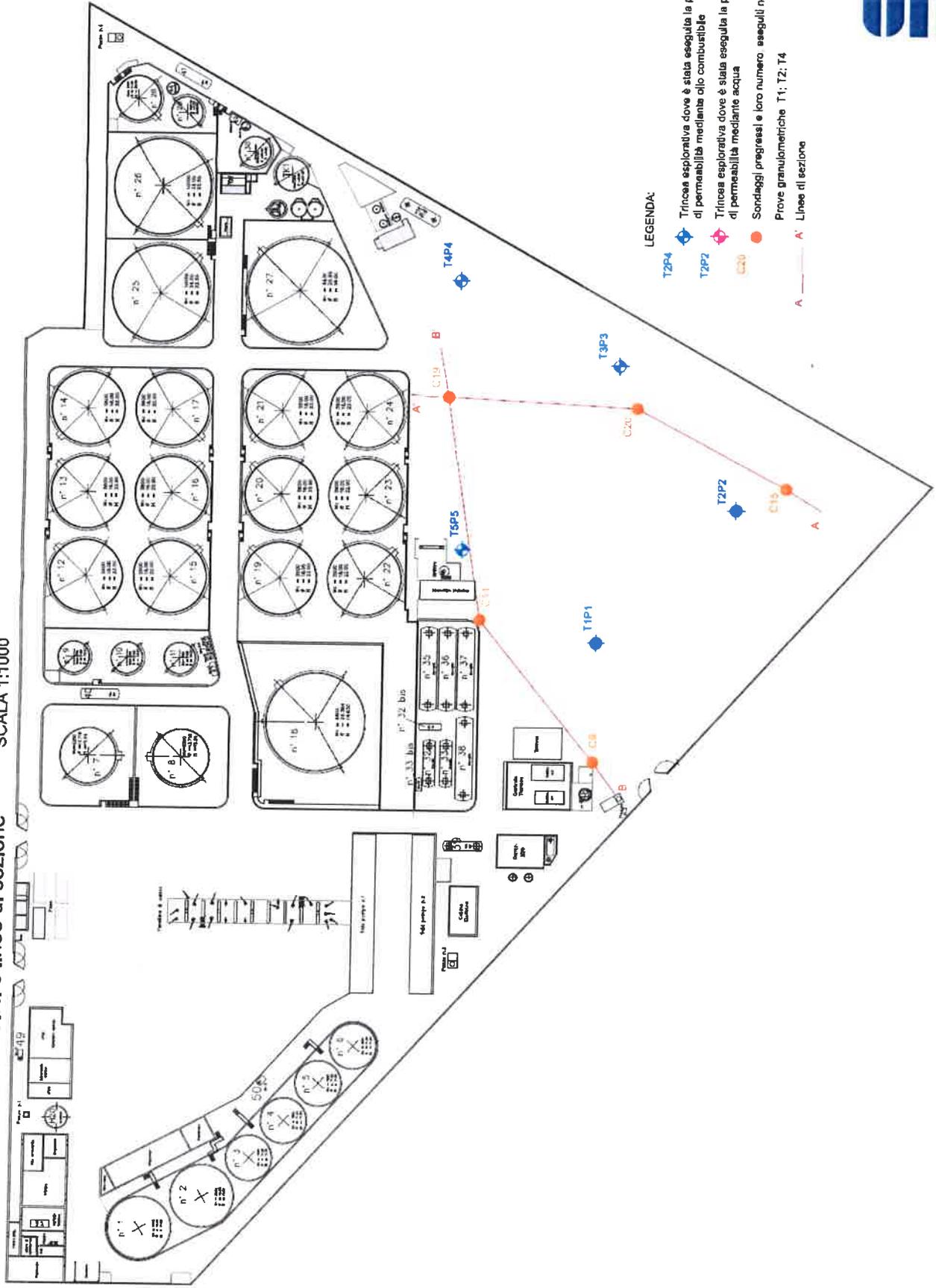
SCALA 1:5.000



 Area oggetto d'indagine

UBICAZIONE INDAGINI e linee di sezione

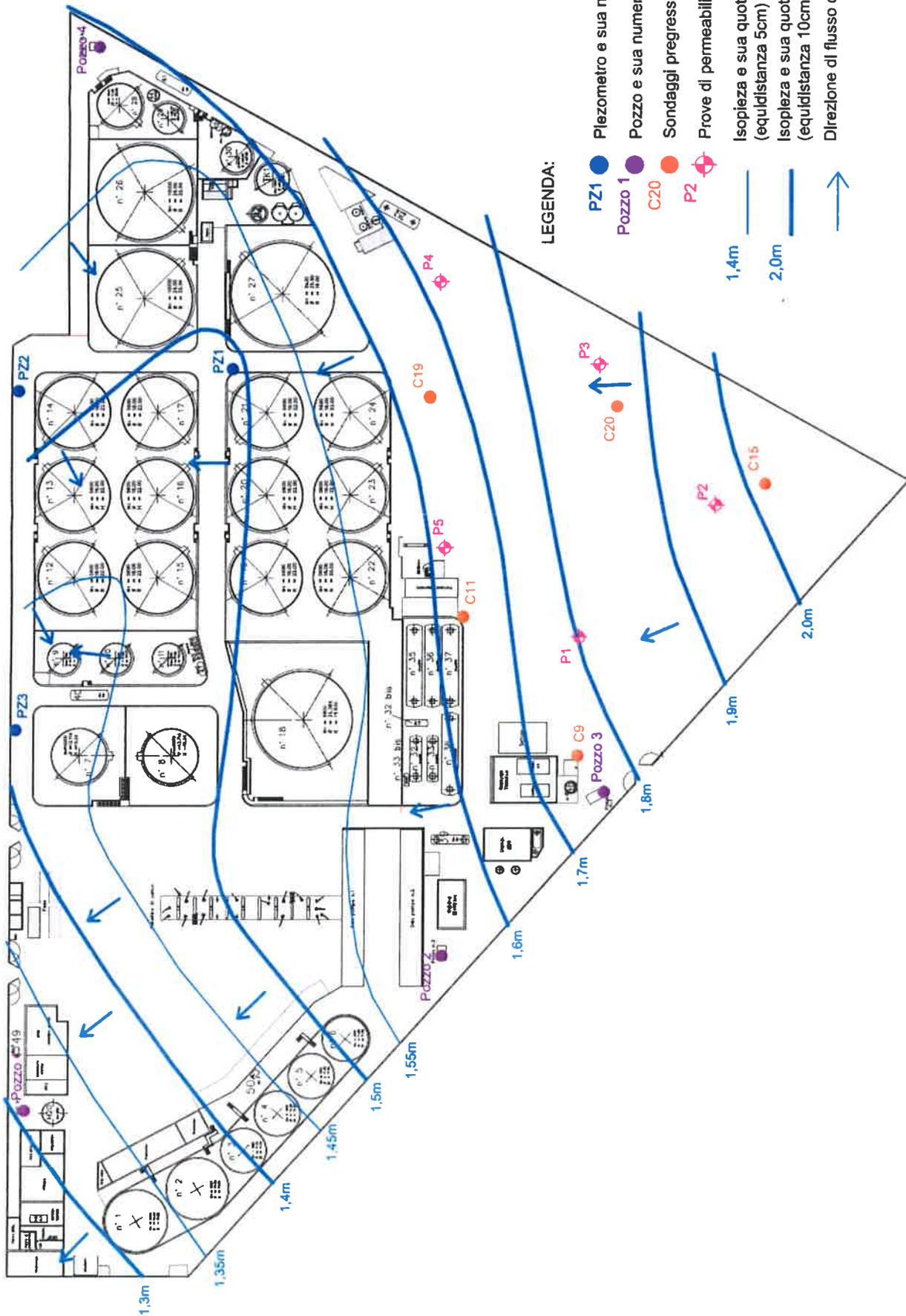
SCALA 1:1000



LEGENDA:

- T2P4 Trincea esplorativa dove è stata eseguita la prova di permeabilità mediante olio combustibile
- T2P2 Trincea esplorativa dove è stata eseguita la prova di permeabilità mediante acqua
- C20 Sondaggi pregressi e loro numero, eseguiti nel 2001
- T1P1 Prove granulometriche
- T2; T4 Prove granulometriche
- A - A' Linee di sezione

CARTA IDROGEOLOGICA SCALA 1:1000



LEGENDA:

- PZ1 Pleziometro e sua numerazione
- Pozzo 1 Pozzo e sua numerazione
- C20 Sondaggi pregressi e loro numero
- ◆ P2 Prove di permeabilità
- Isoplezia e sua quota sul livello del mare espressa in metri, (equidistanza 5cm)
- Isoplezia e sua quota sul livello del mare espressa in metri, (equidistanza 10cm)
- ➔ Direzione di flusso della falda

SCHEMA STRATIGRAFICO TRINCEE ESPLORATIVE

Fogli n.5

COMMITTENTE : FOX Petroll S.p.A.	LOCALITA': PESARO (PU)	DATA: 18.10.2011
		TRINCEA ESPLORATIVA N° 1 Quota: 6,0m s.l.m.

DITTA INCARICATA DELLA PERFORAZIONE:	TIPO DI PERFORAZIONE: Escavatore meccanico
--------------------------------------	--

Colonna Stratigrafica	Prof. dal p.c.	Spess. strato	Litologie e Geologia	L.S falda (m)	Vane Test Kg/cmq	Pocket Penetr. Kg/cmq	Prof. Camp. (m)
	0,00	0,40	Terreno di riporto con laterizi e ciottoli	N.l.			
	0,40	0,40	Terreno di riporto argilloso limoso				
	0,80		FINE TRINCEA				

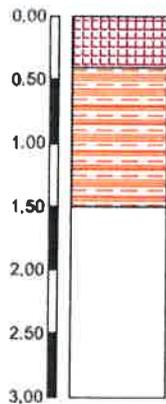
COMMITTENTE :
FOX Petrol S.p.A.

LOCALITA':
PESARO
(PU)

DATA: 18.10.2011
TRINCEA ESPLORATIVA N° 2
Quota: 6,0m s.l.m.

DITTA INCARICATA
DELLA PERFORAZIONE:

TIPO DI
PERFORAZIONE: Escavatore meccanico

Colonna Stratigrafica	Prof. dal p.c.	Spess. strato	Litologie e Geologia	L.S falda (m)	Vane Test Kg/cm ²	Pocket Penetr. Kg/cm ²	Prof. Camp. (m)
	0,00	0,40	Terreno di riporto con laterizi e ciottoli	N.l.			
	0,40		1,10				
	1,50		PER TRINCEA				
	2,00						
	2,50						
	3,00						

COMMITTENTE : FOX Petrol S.p.A.	LOCALITA' : PESARO (PU)	DATA: 18.10.2011 TRINCEA ESPLORATIVA N° 3 Quota: 6,0m s.l.m.
------------------------------------	-------------------------------	--

DITTA INCARICATA DELLA PERFORAZIONE:	TIPO DI PERFORAZIONE: Escavatore meccanico
--------------------------------------	--

Colonna Stratigrafica	Prof. dal p.c.	Spess. strato	Litologie e Geologia	L.S falda (m)	Vane Test Kg/cmq	Pocket Penetr. Kg/cmq	Prof. Camp. (m)
	0.00	0.30	Terreno di riporto con pietrisco argilloso limoso e terreno vegetale	N.I.			
	0.30	0.80	Terreno di riporto limo argilloso				
	1.10		FIN TRINCEA.				

COMMITTENTE : FOX Petroll S.p.A.	LOCALITA' : PESARO (PU)	DATA: 18.10.2011
		TRINCEA ESPLORATIVA N° 4 Quota: 6,0m s.l.m.

DITTA INCARICATA DELLA PERFORAZIONE:	TIPO DI PERFORAZIONE: Escavatore meccanico
--------------------------------------	--

Colonna Stratigrafica	Prof. dal p.c.	Spess. strato	Litologie e Geologia	L.S falda (m)	Vane Test Kg/cmq	Pocket Penetr. Kg/cmq	Prof. Camp. (m)
	0.00	0.30	Terreno di riporto con laterizi, ciottoli e terreno vegetale	N.I.			
	0.30	0.75	Terreno di riporto con argillosa e limi				
	1.05		FINI TRINCEA				

COMMITTENTE :
FOX Petroll S.p.A.

LOCALITA' :
PESARO
(PU)

DATA: 18.10.2011
TRINCEA ESPLORATIVA N° 5
Quota: 6,0m s.l.m.

DITTA INCARICATA
DELLA PERFORAZIONE:

TIPO DI
PERFORAZIONE: Escavatore meccanico

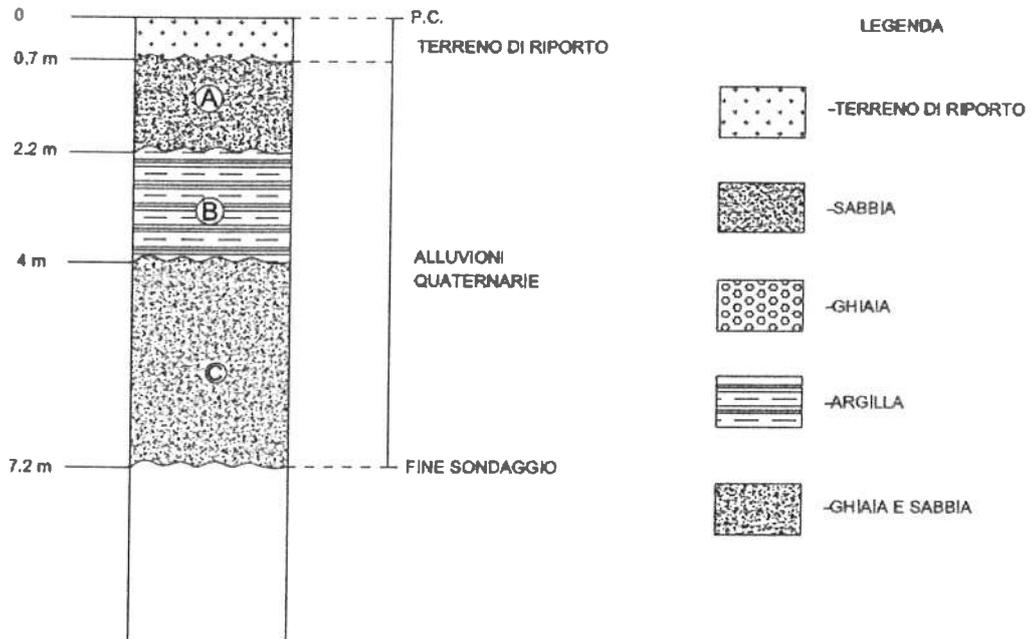
Colonna Stratigrafica	Prof. dal p.c.	Spess. strato	Litologie e Geologia	L.S falda (m)	Vane Test Kg/cmq	Pocket Penetr. Kg/cmq	Prof. Camp. (m)
	0.00	0.40	Terreno di riporto con pietrisco e ciottoli	N.I.			
	0.40	0.20	Terreno di riporto con argilla limosa grigio marrone				
	0.60	0.40	Terreno di riporto argilloso limoso con ciottoli e frammenti di laterizi				
	1.00		FINE TRINCEA.				

SCHEMA STRATIGRAFICO SONDAGGI PREGRESSI

fogli n.5

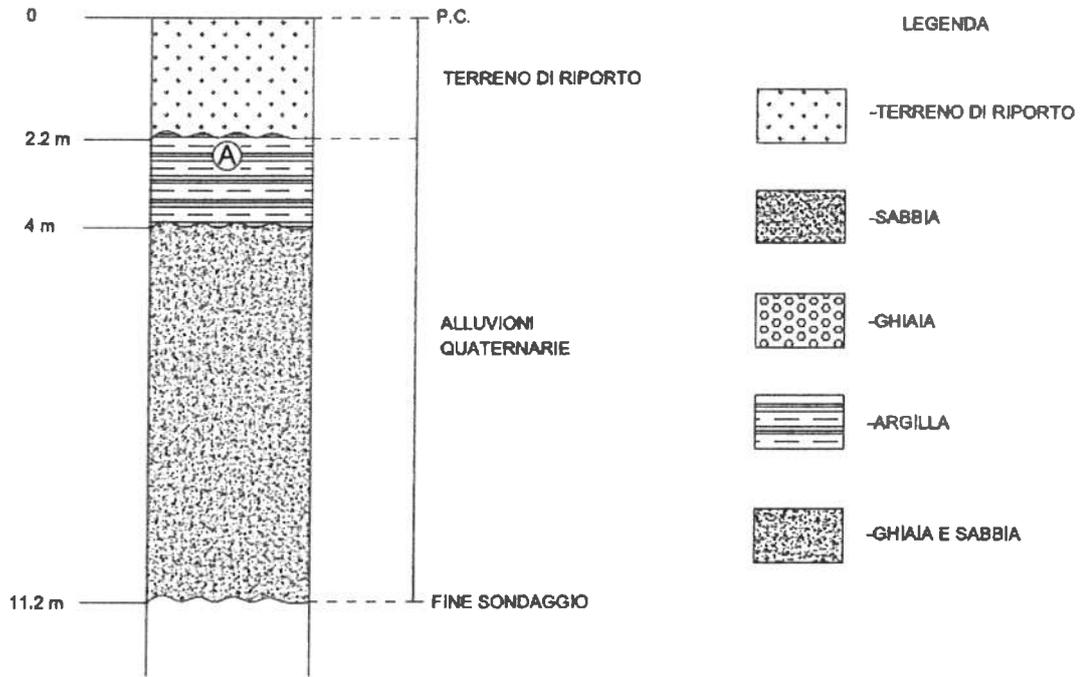
FOX PETROLI S.p.A.
Deposito costiero di via Senigallia, 12
Pesaro

Sondaggio C9



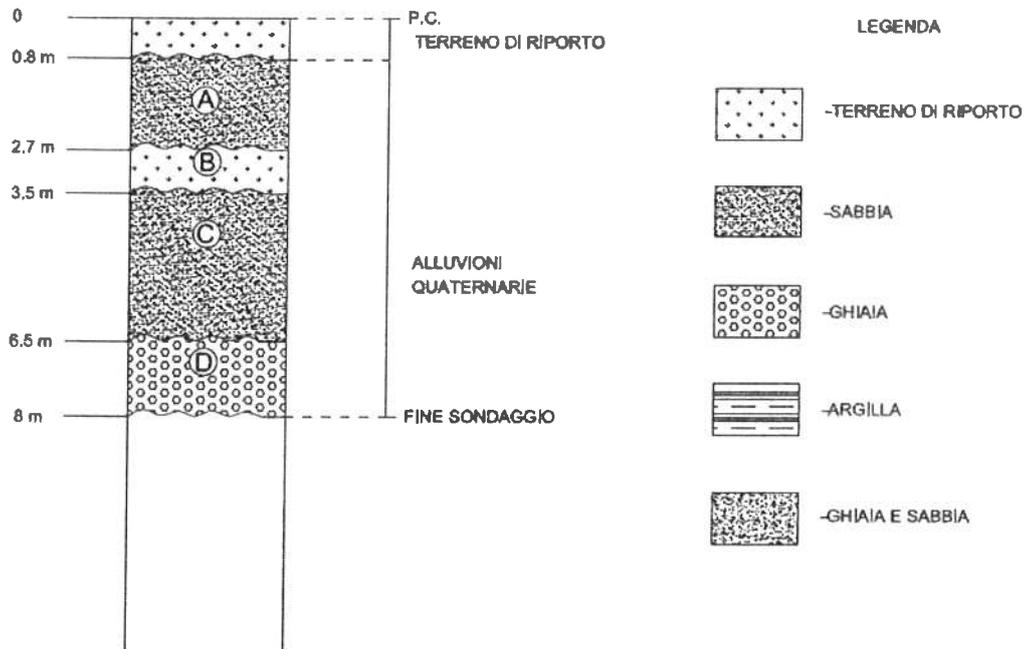
FOX PETROLI S.p.A.
Deposito costiero di via Senigallia, 12
Pesaro

Sondaggio C11



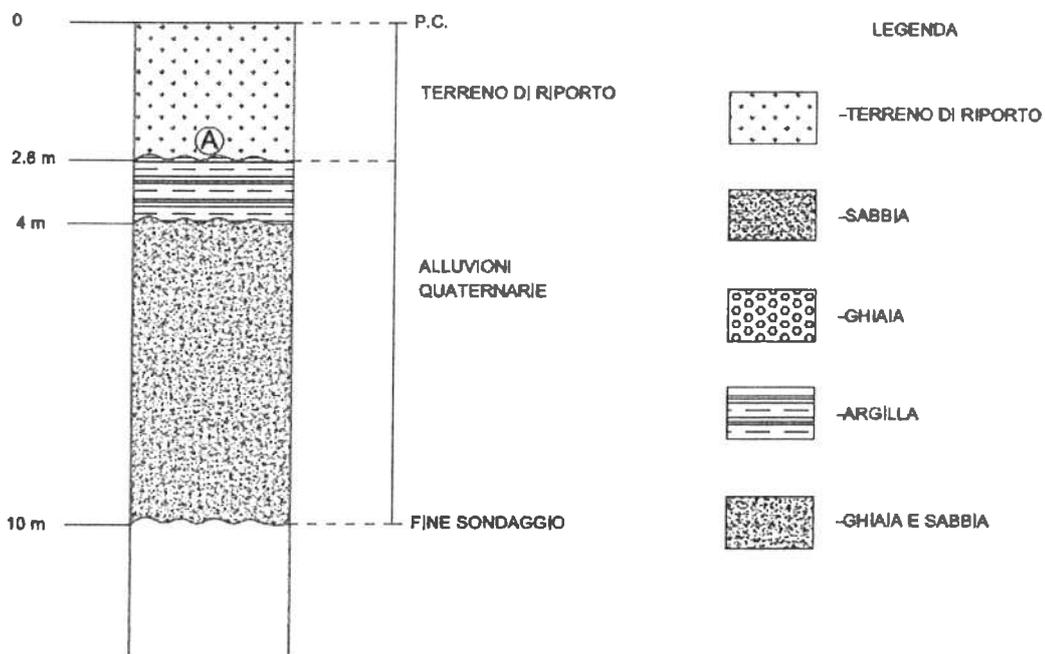
FOX PETROLI S.p.A.
Deposito costiero di via Senigallia, 12
Pesaro

Sondaggio C15



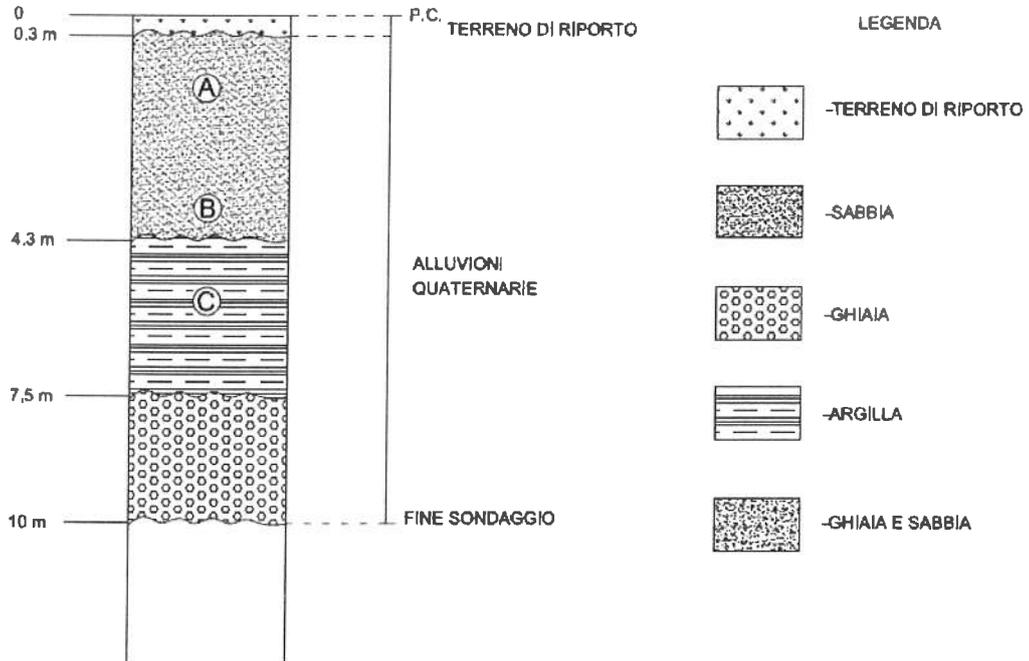
FOX PETROLI S.p.A.
Deposito costiero di via Senigallia, 12
Pesaro

Sondaggio C19



FOX PETROLI S.p.A.
Deposito costiero di via Senigallia, 12
Pesaro

Sondaggio C20

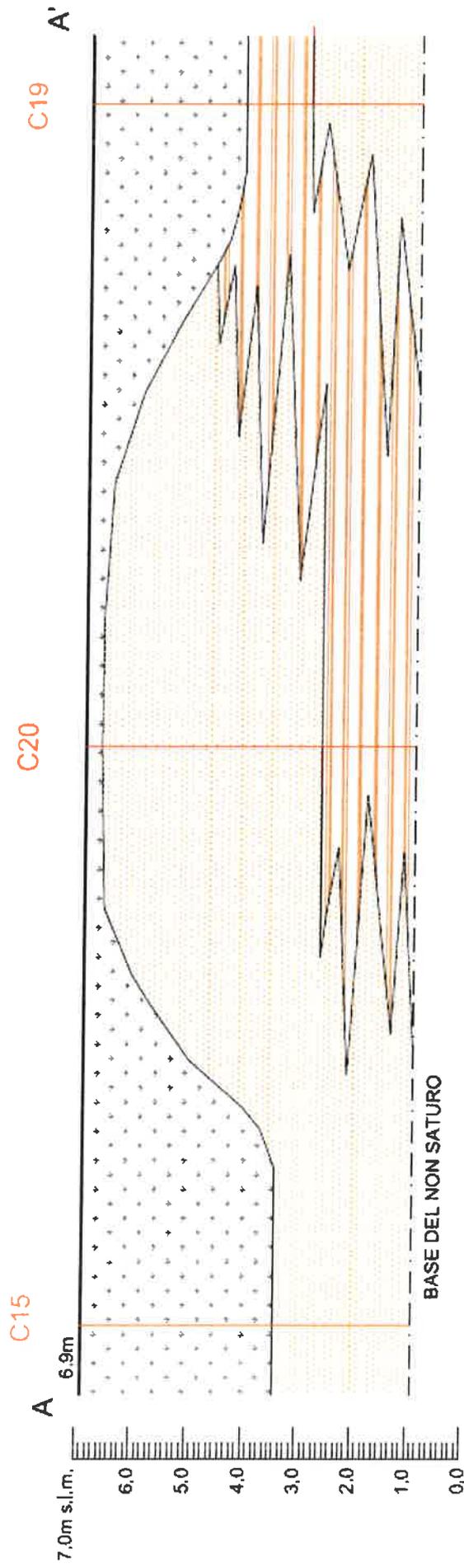


SEZIONI STRATIGRAFICHE

scala 1:50

fogli n.2

SEZIONE STRATIGRAFICA A - A' SCALA 1:500 O - SCALA 1:100 V

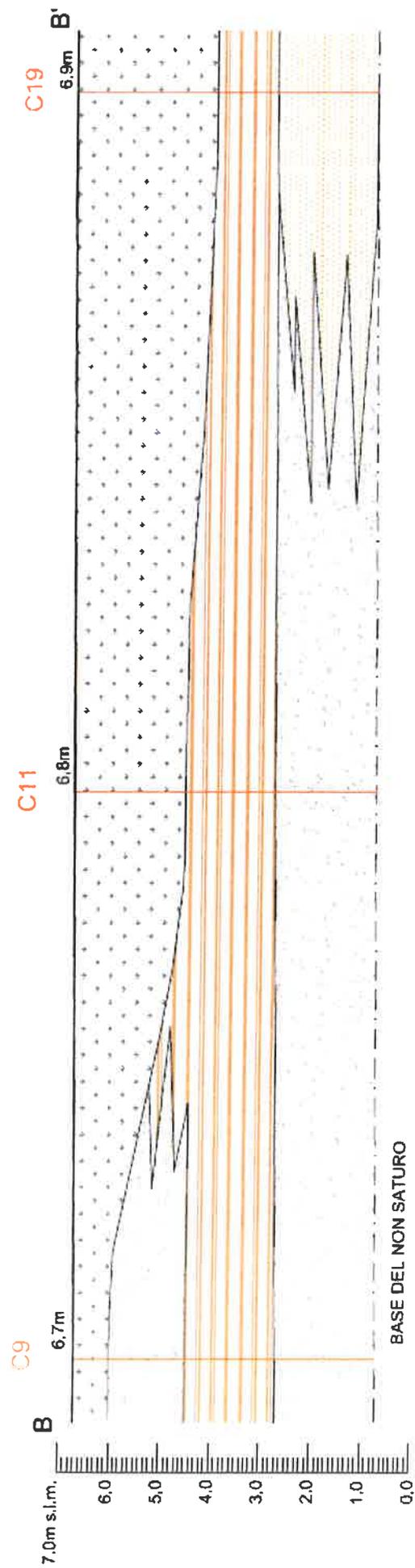


LEGENDA:

- Terrano di riporto
- Sabbia
- Argilla

C15 Sondaggio progressivo (2001)

SEZIONE STRATIGRAFICA B - B' SCALA 1:500 O - SCALA 1:100 V



LEGENDA:

- Terreno di riporto
- Sabbia
- Argilla
- Ghiala e sabbia

C15 Sondaggio progressivo (2001)

RILIEVO FOTOGRAFICO INDAGINI

fogli n.6

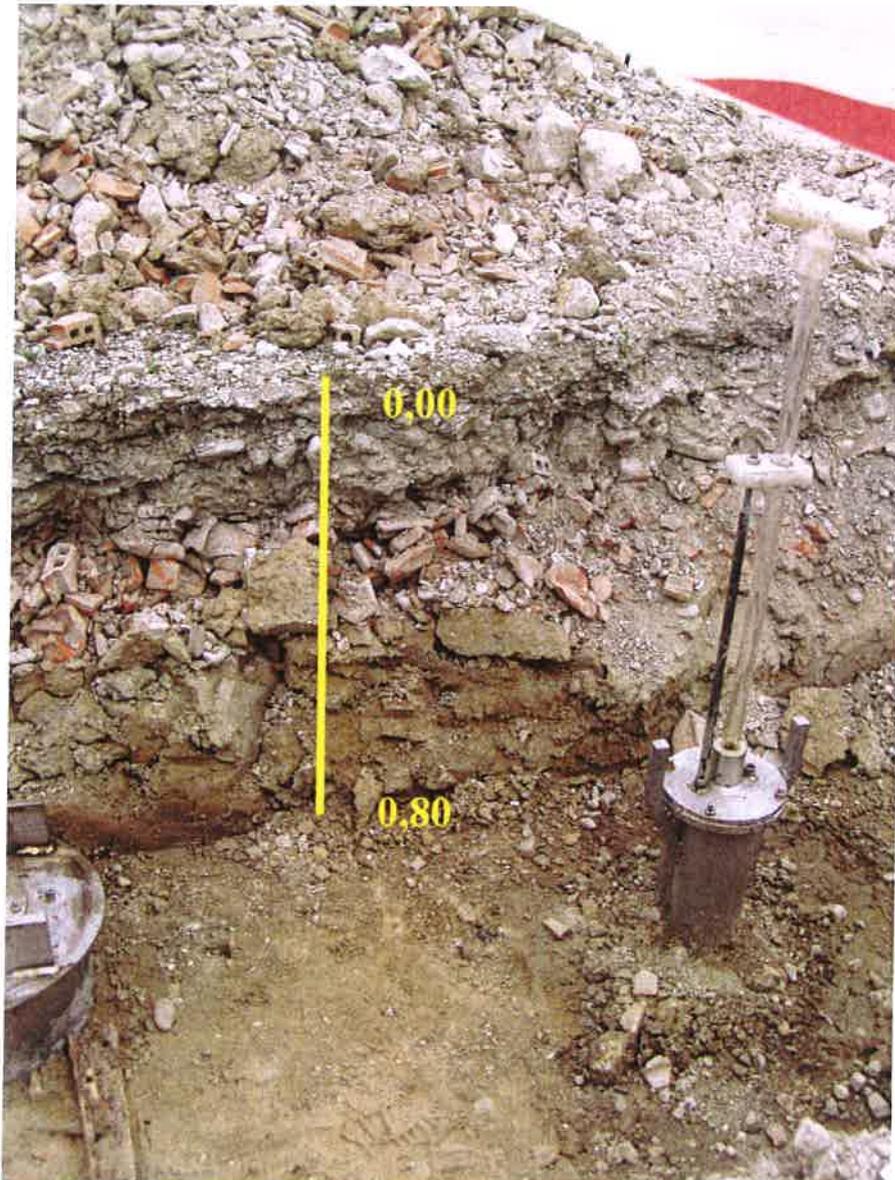


Foto n.1: Vista della Trincea esplorativa T1 e delle prove P1 e P2.

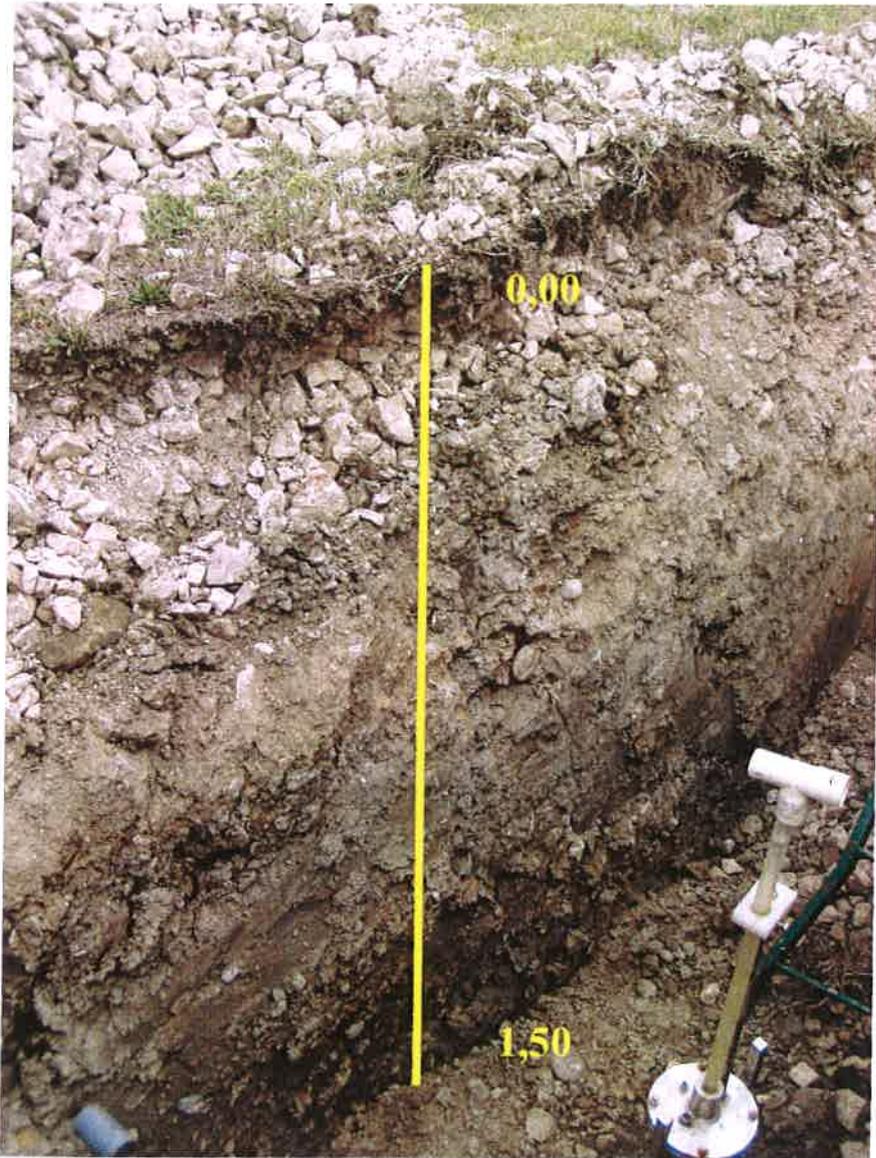


Foto n.2: Vista della Trincea esplorativa T2 e della prova P3.

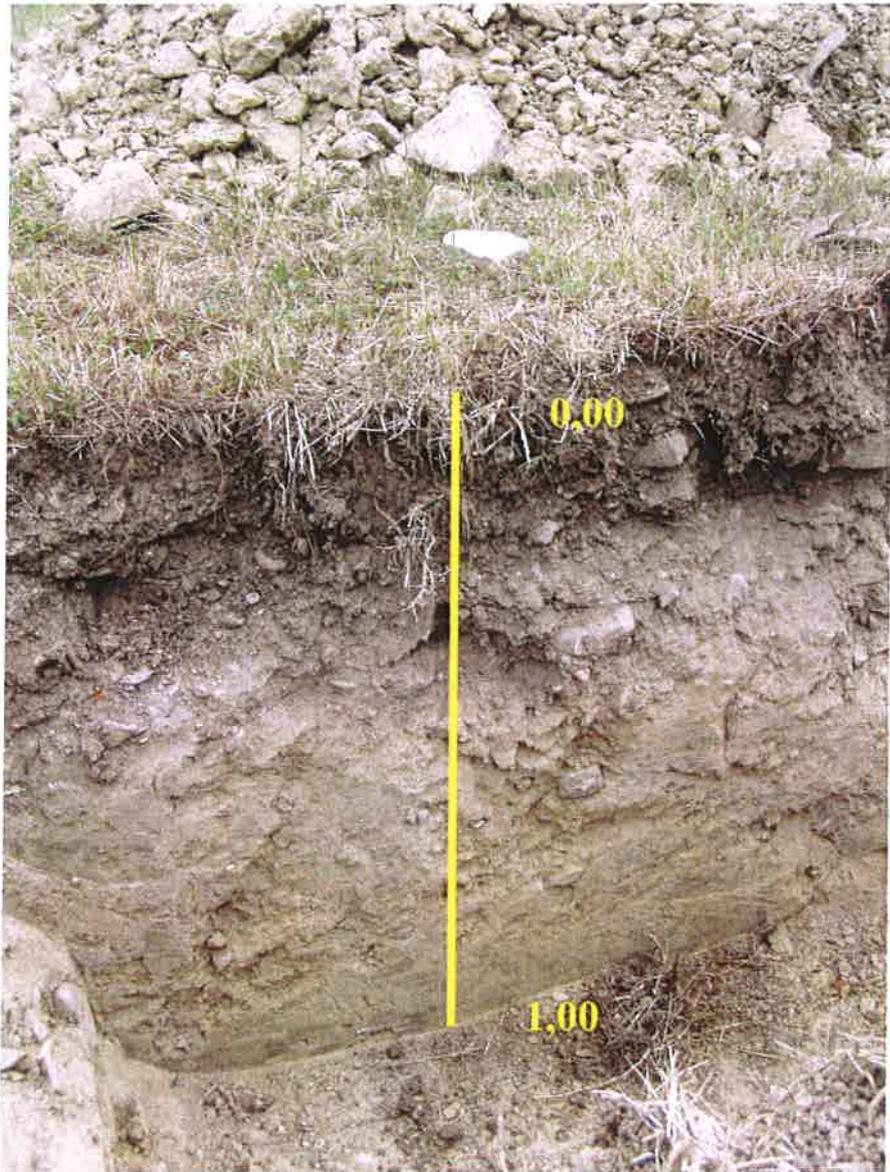


Foto n.3: Vista della Trincea esplorativa T3.

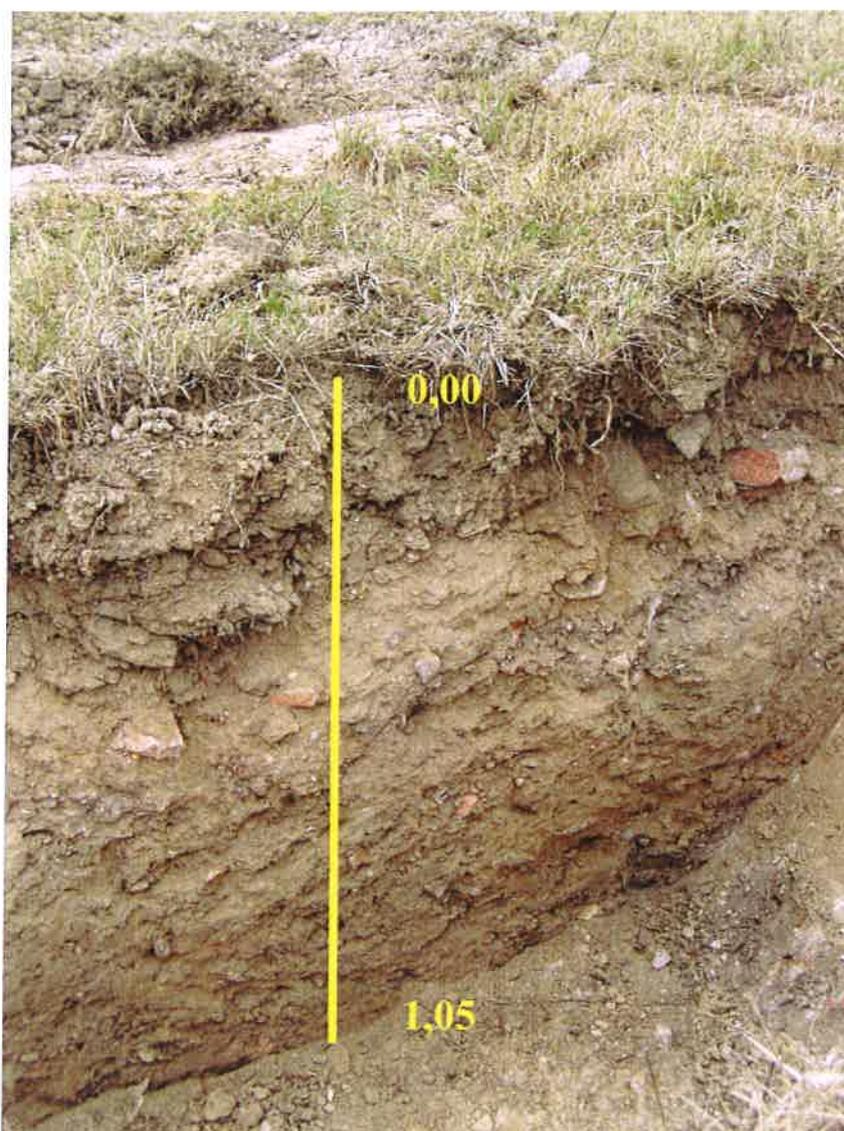


Foto n.4: Vista della Trincea esplorativa T4.

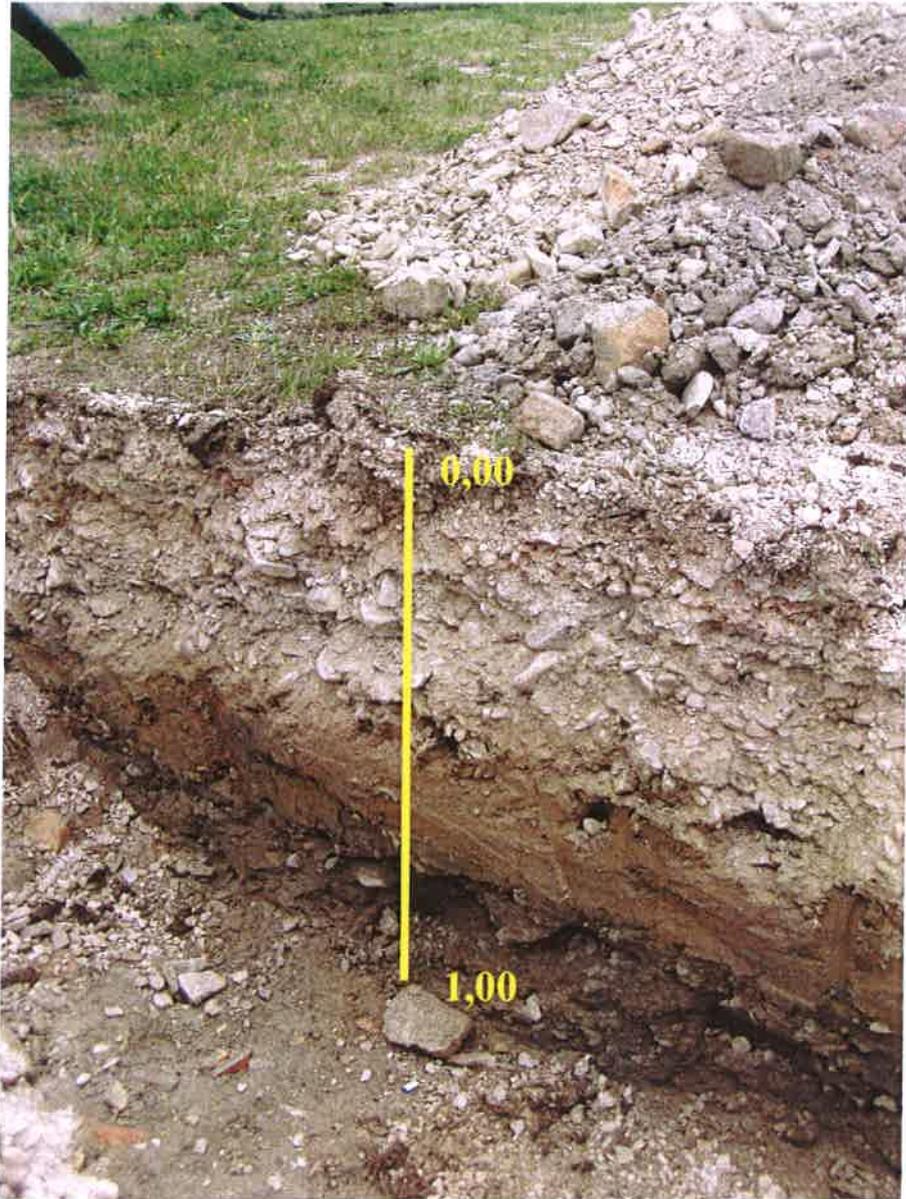


Foto n.5: Vista della Trincea esplorativa T5.



Foto n.6: Vista della Trincea esplorativa T3 con il relativo permeametro per l'esecuzione della prova in sito P5.

RISULTATI PROVE DI PERMEABILITA

fogli n.7

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi via Cairo, snc - 61024 Mombarroccio (Pesaro - Urbino) <i>Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01</i> Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	Socio UNI n. C2710

COMMITTENTE SEA GRUPPO SRL
 CANTIERE FOX PETROLI SPA - PESARO (PU)

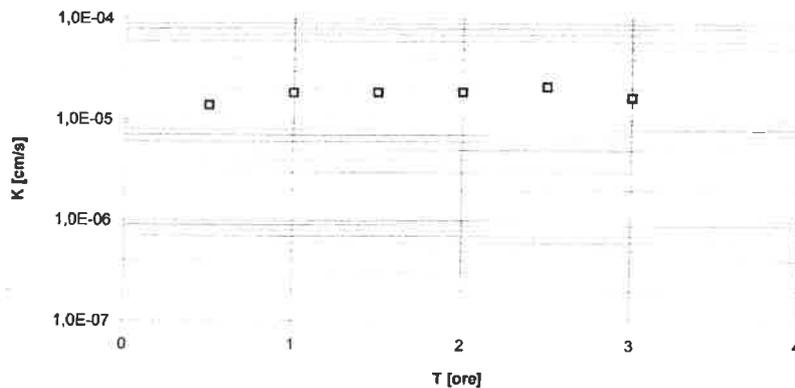
COMMESSA 278 / 11
 Data inizio prova 24/10/11
 DESCRIZIONE TERRENO Limo ghiaioso-argilloso debolmente sabbioso

PROVA 1

PROVA DI PERMEABILITA' IN SITO - PROCEDURA ASTM
 INFILTROMETRO A CARICO VARIABILE

Diametro permeametro	cm	10	OSSERVAZIONI: Ubicazione della prova a cura di SEA GRUPPO SRL e FOX PETROLI SPA.
Diametro buretta	cm	2,0	
FLUIDO UTILIZZATO: ACQUA			Temperatura media °C 14

Letture	N	1	2	3	4	5	6
ΔT	s	1800	1800	1800	1800	1800	1800
H1	cm	82,2	66,1	49,5	37,0	27,5	19,7
H2	cm	66,1	49,5	37,0	27,5	19,7	15,1
K	cm/s	1,4E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,9E-05	2,1E-05	1,7E-05



Coefficiente di permeabilità K cm/s 1,8E-05



Rapporto di prova
 278 - 001
 Data di emissione
 08/11/11

Il Direttore
 Dr. Ugo Sergio Orazi

Lo Sperimentatore
 Dr. Michele Orazi

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi via Cairo, snc - 61024 Mombarcoccio (Pesaro - Urbino) <i>Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01</i> Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV « UNI EN ISO 9001 »
	Socio UNI n. C2710

COMMITTENTE SEA GRUPPO SRL
 CANTIERE FOX PETROLI SPA - PESARO (PU)

COMMESSA 278 / 11 PROVA 2
 Data inizio prova 24/10/11
 DESCRIZIONE TERRENO Limo ghiaioso-argilloso debolmente sabbioso

PROVA DI PERMEABILITA' IN SITO - PROCEDURA ASTM
 INFILTROMETRO A CARICO VARIABILE

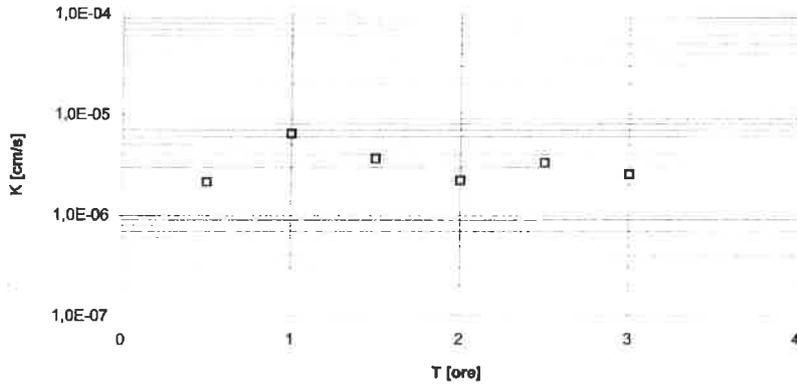
Diametro permeametro cm 30
 Diametro buretta cm 2,0

OSSERVAZIONI: Ubicazione della prova e cura di SEA GRUPPO SRL e FOX PETROLI SPA.

FLUIDO UTILIZZATO: OLIO

Temperatura media °C 14

Letture	N	1	2	3	4	5	6
ΔT	s	1800	1800	1800	1800	1800	1800
H1	cm	78,5	71,0	52,6	44,3	39,9	34,1
H2	cm	71,0	52,6	44,3	39,9	34,1	30,2
K	cm/s	2,1E-06	6,3E-06	3,6E-06	2,2E-06	3,3E-06	2,6E-06



Coefficiente di permeabilità K cm/s 3,4E-06



Rapporto di prova 05 Sez. 5

Rapporto di prova
 278 - 002
 Data di emissione
 08/11/11

Il Direttore
 Dr. Ugo Sergio Orazi

Lo Sperimentatore
 Dr. Michele Orazi

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi via Cairo, snc - 61024 Mombarroccio (Pesaro - Urbino) Laboratorio autorizzato dal <i>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</i> ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01 Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	Socio UNI n. C2710

COMMITTENTE SEA GRUPPO SRL
 CANTIERE FOX PETROLI SPA - PESARO (PU)

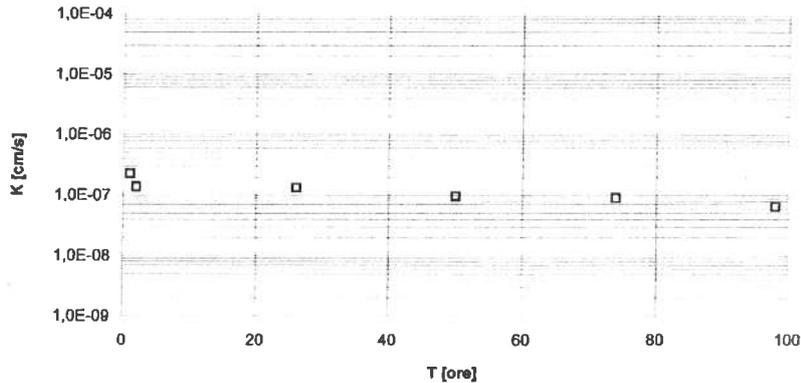
COMMESSA 278 / 11
 Data inizio prova 24/10/11
 DESCRIZIONE TERRENO Limo argilloso-sabbioso

PROVA 3

PROVA DI PERMEABILITA' IN SITO - PROCEDURA ASTM
 INFILTROMETRO A CARICO VARIABILE

Diametro permeametro	cm	10	OSSERVAZIONI: Ubicazione della prova a cura di SEA GRUPPO SRL e FOX PETROLI SPA		
Diametro buretta	cm	2,0			
FLUIDO UTILIZZATO: ACQUA			Temperatura media	°C	14

Letture	N	1	2	3	4	5	6
AT	s	3600	3600	86400	86400	86400	86400
H1	cm	69,8	69,3	69,0	62,4	58,0	54,2
H2	cm	69,3	69,0	62,4	58,0	54,2	51,6
K	cm/s	2,3E-07	1,4E-07	1,3E-07	9,7E-08	9,0E-08	6,5E-08



Coefficiente di permeabilità K cm/s 1,2E-07



Rapporto di prova
 278 - 003
 Data di emissione
 08/11/11

Il Direttore
 Dr. Ugo Sergio Orazi

Lo Sperimentatore
 Dr. Michele Orazi

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi via Cairo, snc - 61024 Mombarcoclo (Pesaro - Urbino) Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01 Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	Socio UNI n. C2710

COMMITTENTE SEA GRUPPO SRL
 CANTIERE FOX PETROLI SPA - PESARO (PU)

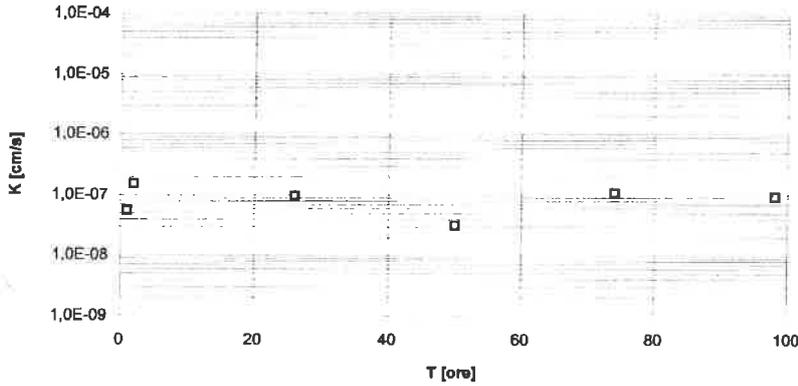
COMMESSA 278 / 11 PROVA 4
 Data inizio prova 24/10/11
 DESCRIZIONE TERRENO Limo argilloso-sabbioso

PROVA DI PERMEABILITA' IN SITO - PROCEDURA ASTM
 INFILTROMETRO A CARICO VARIABILE

Diametro permeametro cm 30 OSSERVAZIONI: Ubicazione della prova a cura di SEA GRUPPO SRL e FOX PETROLI SPA.
 Diametro buretta cm 2,0

FLUIDO UTILIZZATO: OLIO Temperatura media °C 14

Letture	N	1	2	3	4	5	6
ΔT	s	3600	3600	86400	86400	86400	86400
H1	cm	76,0	75,6	74,5	59,6	55,5	43,5
H2	cm	75,6	74,5	59,6	55,5	43,5	35,1
K	cm/s	5,6E-08	1,5E-07	9,8E-08	3,1E-08	1,1E-07	9,5E-08



Coefficiente di permeabilità K cm/s 9,0E-08



Rapporto di prova 278 - 004
 Data di emissione 08/11/11

Il Direttore
 Dr. Ugo Sergio Orazi

Lo Sperimentatore
 Dr. Michele Orazi

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi via Cairo, snc - 61024 Mombaroccio (Pesaro - Urbino) Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01 Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	Socio UNI n. C2710

COMMITTENTE SEA GRUPPO SRL
 CANTIERE FOX PETROLI SPA - PESARO (PU)

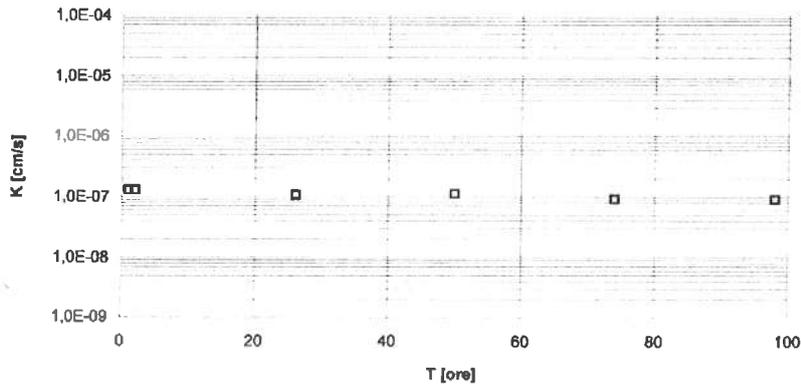
COMMESSA 278 / 11
 Data inizio prova 24/10/11
 DESCRIZIONE TERRENO Limo argilloso-sabbioso

PROVA 5

PROVA DI PERMEABILITA' IN SITO - PROCEDURA ASTM
 INFILTROMETRO A CARICO VARIABILE

Diametro permeametro	cm	8,6	OSSERVAZIONI: Ubicazione della prova a cura di SEA GRUPPO SRL e FOX PETROLI SPA.
Diametro buretta	cm	2,0	
FLUIDO UTILIZZATO: OLIO		Temperatura media	°C 14

Letture	N	1	2	3	4	5	6
ΔT	s	3600	3600	86400	86400	86400	86400
H1	cm	27,9	27,8	27,7	25,8	24,0	22,6
H2	cm	27,8	27,7	25,8	24,0	22,6	21,3
K	cm/s	1,3E-07	1,3E-07	1,1E-07	1,1E-07	9,2E-08	9,1E-08



Coefficiente di permeabilità K cm/s 1,1E-07



Rapporto di prova
 278 - 005
 Data di emissione
 08/11/11

Il Direttore
 Dr. Ugo Sergio Orazi

Lo Sperimentatore
 Dr. Michele Orazi

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi via Cairo, anc - 61024 Mombarroccio (Pesaro - Urbino) Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01 Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	Socio UNI n. C2710

COMMITTENTE SEA GRUPPO SRL
 CANTIERE FOX PETROLI SPA - PESARO (PU)

COMMESSA 278 / 11 PROVA 6
 Data inizio prova 24/10/11
 DESCRIZIONE TERRENO Limo argilloso-sabbioso

PROVA DI PERMEABILITA' IN SITO - PROCEDURA ASTM

INFILTROMETRO A CARICO VARIABILE

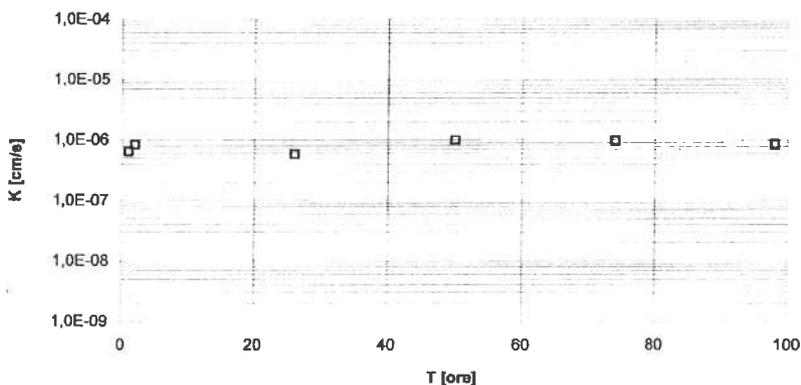
Diametro permeametro cm 8,6
 Diametro buretta cm 2,0

OSSERVAZIONI: Ubicazione della prova a cura di SEA GRUPPO SRL e FOX PETROLI SPA.

FLUIDO UTILIZZATO: OLIO

Temperatura media °C 14

Letture	N	1	2	3	4	5	6
ΔT	s	3600	3600	86400	86400	86400	86400
H1	cm	86,6	85,1	83,2	57,1	30,0	15,9
H2	cm	85,1	83,2	57,1	30,0	15,9	9,1
K	cm/s	6,4E-07	8,3E-07	5,8E-07	9,9E-07	9,8E-07	8,6E-07



Coefficiente di permeabilità K cm/s 8,1E-07



Rapporto di prova
 278 - 006
 Data di emissione
 08/11/11

Il Direttore
 Dr. Ugo Sergio Orazi

Lo Sperimentatore
 Dr. Michele Orazi

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi via Cairo, snc - 61024 Mombarroccio (Pesaro - Urbino) Laboratorio autorizzato dal <i>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</i> ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01 Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	Socio UNI n. C2710

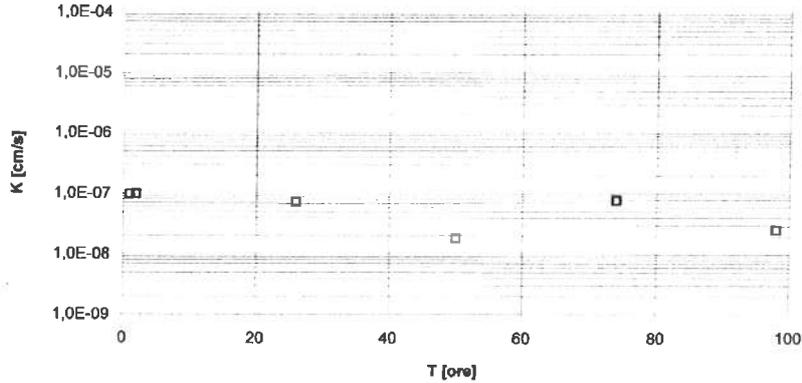
COMMITTENTE SEA GRUPPO SRL
 CANTIERE FOX PETROLI SPA - PESARO (PU)

COMMESSA 278 / 11 PROVA 7
 Date inizio prova 24/10/11
 DESCRIZIONE TERRENO Limo argilloso-sabbioso

PROVA DI PERMEABILITA' IN SITO - PROCEDURA ASTM
 INFILTROMETRO A CARICO VARIABILE

Diametro permeametro	cm	10	OSSERVAZIONI: Ubicazione della prova a cura di SEA GRUPPO SRL e FOX PETROLI SPA.
Diametro buretta	cm	2,0	
FLUIDO UTILIZZATO: OLIO		Temperatura media	°C 14

Letture	N	1	2	3	4	5	6
ΔT	s	3600	3600	86400	86400	86400	86400
H1	cm	64,1	63,9	63,7	60,2	59,4	56,0
H2	cm	63,9	63,7	60,2	59,4	56,0	54,9
K	cm/s	9,9E-08	9,9E-08	7,5E-08	1,8E-08	7,8E-08	2,6E-08



Coefficiente di permeabilità K cm/s 6,6E-08



Rapporto di prova
 278 - 007
 Data di emissione
 08/11/11

Il Direttore
 Dr. Ugo Sergio Orazi

Lo Sperimentatore
 Dr. Michele Orazi

DIAGRAMMI GRANOLUMETRIE

fogli n.3

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi via Cairo, snc - 61024 Mombarcoccolo (Pesaro - Urbino) Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01 Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	Socio UNI n. C2710

COMMITTENTE SEA GRUPPO SRL
 CANTIERE FOX PETROLI SPA - PESARO (PU)

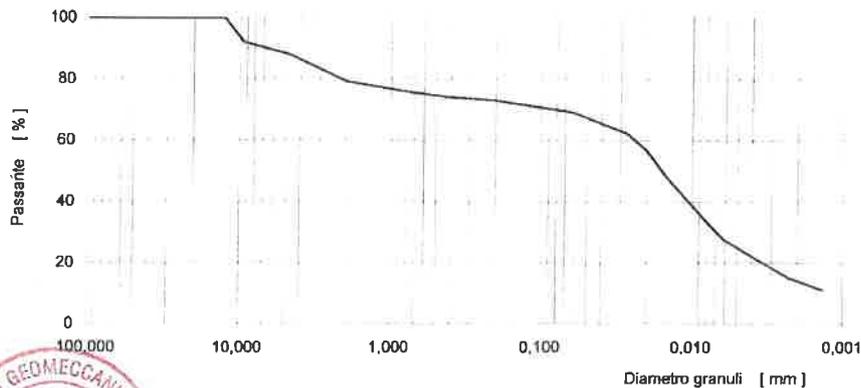
COMMESSA 278 / 11
 CAMPIONE Materiale prelevato in corrispondenza della prova di permeabilità N.1
 Data ricevimento 02/11/11

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

UNI CEN ISO/TS 17892-4

Diametro mm	Trattenuto %	Passante %	Frazione	Intervallo	%	Valore
125,000	0,0	100,0	Frazione ghiaiosa	> 2,000 mm	%	20,8
101,600	0,0	100,0	Frazione sabbiosa	2,000 - 0,063 mm	%	10,0
76,100	0,0	100,0	Frazione limosa	0,063 - 0,002 mm	%	55,1
50,800	0,0	100,0	Frazione argillosa	< 0,002 mm	%	14,1
25,400	0,0	100,0	Frazione fine	< 0,063 mm	%	69,2
19,000	0,0	100,0	Passante 4,760	< 4,760 mm	%	88,0
12,700	0,0	100,0	Passante 2,000	< 2,000 mm	%	79,2
9,510	7,9	92,1	Passante 0,420	< 0,420 mm	%	74,1
4,760	4,1	88,0	Passante 0,075	< 0,075 mm	%	69,8
2,000	8,8	79,2				
0,840	3,2	76,0				
0,420	1,9	74,1				
0,210	1,0	73,1				
0,063	3,9	69,2				
0,0529		67,8				
0,0383		65,0				
0,0276		62,3				
0,0203		56,7				
0,0152		48,4				
0,0085		34,6				
0,0062		27,7				
0,0045		23,5				
0,0023		15,2				
0,0014		11,1				

OSSERVAZIONI:



Rapporto di prova
 278 - 008
 Data di emissione
 08/11/11

Il Direttore
 Dr. Ugo Sergio Orazi

Lo Sperimentatore
 Geom. Simone Serfilippi

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi via Cairo, snc - 61024 Mombarcocco (Pesaro - Urbino) Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01 Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da DNV = UNI EN ISO 9001 =
	Socio UNI n. C2710

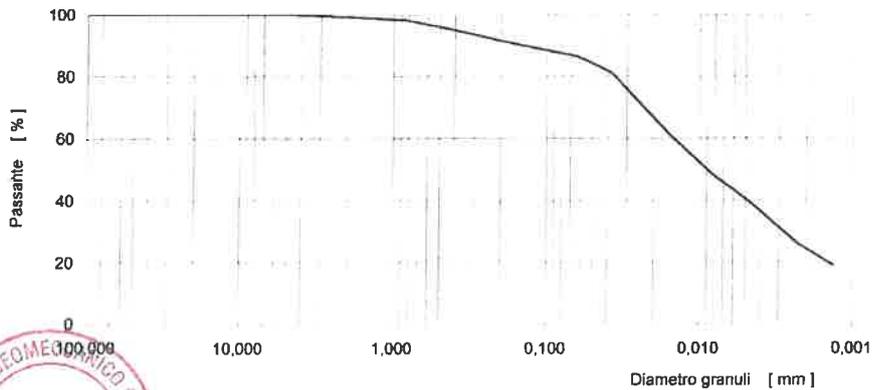
COMMITTENTE SEA GRUPPO SRL
 CANTIERE FOX PETROLI SPA - PESARO (PU)

COMMESSA 278 / 11
 CAMPIONE Materiale prelevato in corrispondenza della prova di permeabilità N.3
 Data ricevimento 02/11/11

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

UNI CEN ISO/TS 17892-4

	Diametro	Trattenuto	Passante			
	mm	%	%			
SETACCIATURA	125,000	0,0	100,0	Frazione ghiaiosa	> 2,000 mm	% 0,8
	101,800	0,0	100,0	Frazione sabbiosa	2,000 - 0,063 mm	% 12,8
	78,100	0,0	100,0	Frazione limosa	0,063 - 0,002 mm	% 62,1
	50,800	0,0	100,0	Frazione argillosa	< 0,002 mm	% 24,3
	25,400	0,0	100,0	Frazione fine	< 0,063 mm	% 86,4
	19,000	0,0	100,0	Passante 4,760	< 4,760 mm	% 100,0
	12,700	0,0	100,0	Passante 2,000	< 2,000 mm	% 99,2
	9,510	0,0	100,0	Passante 0,420	< 0,420 mm	% 95,1
	4,760	0,0	100,0	Passante 0,075	< 0,075 mm	% 87,2
	2,000	0,8	99,2	OSSERVAZIONI:		
	0,840	1,1	98,1			
	0,420	3,0	95,1			
	0,210	3,4	91,7			
	0,063	5,3	86,4			
	0,0529		84,7			
0,0383		81,2				
0,0282		74,3				
0,0207		67,4				
0,0152		60,5				
0,0083		48,4				
0,0060		43,2				
0,0043		38,0				
0,0023		25,9				
0,0013		19,0				



Rapporto di prova
 278 - 009
 Data di emissione
 08/11/11

Il Direttore
 Dr. Ugo Sergio Orazi

Lo Sperimentatore
 Geom. Simone Serfilippi

