

COMUNE DI PECCIOLI - Provincia di Pisa

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

**RAZIONALIZZAZIONE FUNZIONALE DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEGLI IMPIANTI DI SERVIZIO DELLA DISCARICA  
E CONTESTUALE RECUPERO DI NUOVE VOLUMETRIE**

**PROGETTO DEFINITIVO**  
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

GESTORE

**Belvedere**  **S.p.A.**  
innovazione • progetti • sviluppo

VIA MARCONI, 5 - 56037 PECCIOLI (PI)

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**COORDINAMENTO**

Geol. Carlo Meoni

**GRUPPO DI LAVORO**

Ing. Matteo Pierami	Geol. Carlo Meoni
Geol. Tiziana Pugliesi	Ing. Cristiano Nicoletta
Ing. Lorenzo Mancini	Geom. Simone Macchi
Geom. Enrico Magnano	Ing. Carlo Grassi
Geom. Samuele Tolomei	Geom. Sauro Salvadori
Dott.Agr. Elisabetta Norci	

Elaborato: <b>PAR-RT-022</b>	Titolo: <b><i>Parata di sbarramento-Approntamento fondo esponde Protocollo di Controllo Qualità dell'argilla compattata - Rev. 02</i></b>
Data: <b>Febbraio 2025</b>	Redatto da: <i>Ing. Matteo Pierami</i>

**PROGETTO DEFINITIVO**  
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale  
Giugno 2023

**Elaborato PAR-RT-022**  
**PARATIA DI SBARRAMENTO – APPRONTAMENTO**  
**FONDO E SPONDE**  
**Controllo Qualità dell'argilla compattata**  
**Rev.02 - Febbraio 2025**

**INDICE**

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIZIONE DEL LAVORO .....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>PROVE SULLA BARRIERA GEOLOGICA NATURALE.....</b>	<b>3</b>
3.1.	VERIFICA BARRIERA GEOLOGICA NATURALE A MONTE DELLA PARATIA .....	3
3.2.	VERIFICA BARRIERA GEOLOGICA NATURALE SULLE SCARPATE .....	3
<b>4.</b>	<b>PROVE SULL'ARGINE IN ARGILLA DI PROTEZIONE DELLA PARATIA (LIVELLO 2A / ARTIFICIALE) .....</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>VERIFICA MESSA IN OPERA LIVELLO 1 SUL FONDO.....</b>	<b>6</b>
<b>6.</b>	<b>VERIFICA MESSA IN OPERA LIVELLO 2A SUL FONDO .....</b>	<b>7</b>
<b>7.</b>	<b>PROCEDURA DI CONTROLLO QUALITÀ.....</b>	<b>8</b>

## **1. INTRODUZIONE**

Il presente elaborato costituisce la relazione tecnica riguardo le verifiche in corso d'opera ai lavori di impermeabilizzazione in argilla compattata che verrà attuata alla discarica di Legoli, nel comune di Peccioli (PI), gestita da Belvedere Spa.

## **2. DESCRIZIONE DEL LAVORO**

L'argine di sbarramento verrà realizzato con l'argilla prelevata dalla cava di prestito o proveniente dagli scavi, opportunamente selezionata, che verrà posata in strati sottili (massimo 20 cm) in condizioni di umidità ottimale, e compattati inizialmente con ripetuti passaggi dei bulldozers che provvederanno allo stendimento del materiale. Quindi sarà frantumato mediante fresatura meccanica in frammenti di dimensioni non superiori a 3 cm e successivamente compattato mediante almeno 6 passaggi consecutivi di un compattatore vibrante a ruota dentata anteriore e ruote gommate posteriori (tipo BITELLI GHIBLI C100-versione PD DT), con peso operativo di almeno 10.000 kg (norme CEE), peso sull'asse anteriore di almeno 6.700 kg frequenza di vibrazione 1.700-1.900 giri/min.

Per ottenere un buon collegamento tra l'argilla compatta e le pareti laterali di scavo la fresatura dei terreni verrà effettuata anche a cavallo della zona di contatto e il materiale della zona di contatto verrà successivamente compattato mediante almeno 10 passaggi consecutivi del compattatore vibrante a ruote dentate.

Lo spargimento e la compattazione dovranno essere eseguiti in un lasso di tempo il più breve possibile dal momento del prelievo dalla cava di prestito, affinché la prolungata esposizione all'aria e al sole non sottragga l'umidità propria contenuta nel materiale argilloso: in caso contrario si procederà con innaffiamenti.

Il compattatore utilizzato per gli strati di argilla non avrà rulli dentati di lunghezza pari allo spessore dello strato da compattare, ma si utilizzerà una lunghezza idonea tale da movimentare lo strato interessato.

### 3. PROVE SULLA BARRIERA GEOLOGICA NATURALE

#### 3.1. VERIFICA BARRIERA GEOLOGICA NATURALE A MONTE DELLA PARATIA

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle prove da eseguire sulla **barriera geologica naturale a monte della paratia**.

PARAMETRI	FREQUENZA PROPOSTA	FREQUENZA MINIMA RICHiesta
Prova Lefranc	1 ogni 1.000 m <sup>2</sup>	1 ogni 1.000 m <sup>2</sup>
Prova di classificazione del materiale	1 ogni 1.000 m <sup>2</sup>	1 ogni 1.000 m <sup>2</sup>
Prova di permeabilità in sito	1 ogni 1.000 m <sup>2</sup>	1 ogni 1.000 m <sup>2</sup>
Prove di carico su piastra	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>

Per la prova di permeabilità non sarà consentito di effettuare la media dei valori ottenuti su più prove. Qualora un quadrante non risponderà ai requisiti di norma, si dovrà procedere con lo scavo e il completamento della barriera di fondo con argilla compattate nel rispetto dei requisiti di norma.

#### 3.2. VERIFICA BARRIERA GEOLOGICA NATURALE SULLE SCARPATE

Le verifiche della **barriera geologica naturale sulle scarpate laterali** saranno eseguite con una maglia di **40x40 m**, cioè nella misura di una prova ogni **1.600 m<sup>2</sup>** di superficie.

#### 4. PROVE SULL'ARGINE IN ARGILLA DI PROTEZIONE DELLA PARATIA (LIVELLO 2A / ARTIFICIALE)

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle prove da eseguire sull'argilla proveniente da cava o da scavi messe a confronto con quanto previsto dal par. 7.4.4 della DGRT 21/12/1999, n.385.

PARAMETRI	FREQUENZA PROPOSTA	FREQUENZA MINIMA DA NORMATIVA
Granulometria	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Contenuto di acqua	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Limiti di Atterberg	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Prove di compattazione tipo Proctor Standard	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Prove di permeabilità in laboratorio effettuate con apparecchi triassiali	2 ogni 10.000 m <sup>3</sup>	2 ogni 10.000 m <sup>3</sup>

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle prove da eseguire sulla **barriera geologica ricostruita a monte della paratia (livello 2a)** messe a confronto con quanto previsto dal par. 7.4.4 della DGRT 21/12/1999, n.385.

PARAMETRI	FREQUENZA PROPOSTA	FREQUENZA MINIMA DA NORMATIVA
Spessore	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>
Densità	2 ogni 750 m <sup>2</sup> per ogni strato realizzato	2 ogni 750 m <sup>2</sup> per ogni strato realizzato
Umidità	2 ogni 200 m <sup>2</sup> di materiale impiegato	2 ogni 200 m <sup>2</sup> di materiale impiegato
Prove di carico su piastra	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>
Permeabilità in sito con ASTM D6391-11 o equivalente	1 ogni 3.000 m <sup>3</sup>	1 ogni 3.000 m <sup>3</sup>

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con il numero di prove di permeabilità, stimato, da eseguire sull'argine in argilla di protezione della paratia (**livello 2a**) suddivisa nelle varie quote del rilevato da realizzare. Sarà indagato ogni singolo metro in altezza.

ALTEZZA ARGINE IN ARGILLA [m]	SUPERFICIE INDAGATA [m <sup>2</sup> ]	N° PROVE MP
0,00	3085,55	2
1,00	2984,55	1
2,00	2883,55	1
3,00	2782,55	1
4,00	2681,55	1
5,00	2580,55	1
6,00	2479,55	1
7,00	2378,55	1
8,00	2237,15	1
9,00	2136,15	1
10,00	2075,55	1
11,00	1974,55	1
12,00	1873,55	1
13,00	1772,55	1
14,00	1671,55	1
15,00	1570,55	1
16,00	1469,55	1
17,00	1368,55	1
18,00	1267,55	1
19,00	1166,55	1
20,00	1065,55	1
21,00	964,55	1
<b>TOTALE</b>		<b>23</b>

## 5. VERIFICA MESSA IN OPERA LIVELLO 1 SUL FONDO

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle prove da eseguire sull'argilla proveniente da cava o da scavi messe a confronto con quanto previsto dal par. 7.4.4 della DGRT 21/12/1999, n.385.

PARAMETRI	FREQUENZA PROPOSTA	FREQUENZA MINIMA DA NORMATIVA
Granulometria	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Contenuto di acqua	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Limiti di Atterberg	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Prove di compattazione tipo Proctor Standard	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Prove di permeabilità in laboratorio effettuate con apparecchi triassiali	2 ogni 10.000 m <sup>3</sup>	2 ogni 10.000 m <sup>3</sup>

Sulla **barriera geologica ricostruita sul fondo della discarica (livello 1)** saranno eseguite verifiche con una maglia di **40x40 m**, cioè nella misura di una prova ogni 1.600 m<sup>2</sup> di superficie.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle prove da eseguire sulla **barriera geologica ricostruita sul fondo della discarica (livello 1)** messe a confronto con quanto previsto dal par. 7.4.4 della DGRT 21/12/1999, n.385.

PARAMETRI	FREQUENZA PROPOSTA	FREQUENZA MINIMA DA NORMATIVA	N° PROVE STIMATO
Spessore	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	6
Densità	2 ogni 750 m <sup>2</sup> per ogni strato realizzato	2 ogni 750 m <sup>2</sup> per ogni strato realizzato	36
Umidità	2 ogni 200 m <sup>2</sup> di materiale impiegato	2 ogni 200 m <sup>2</sup> di materiale impiegato	130
Prove di carico su piastra	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	6
Permeabilità in sito con ASTM D6391-11 o equivalente	1 ogni 1600 m <sup>2</sup>	1 ogni 3.000 m <sup>3</sup>	9

## 6. VERIFICA MESSA IN OPERA LIVELLO 2A SUL FONDO

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle prove da eseguire sull'argilla proveniente da cava o da scavi messe a confronto con quanto previsto dal par. 7.4.4 della DGRT 21/12/1999, n.385.

PARAMETRI	FREQUENZA PROPOSTA	FREQUENZA MINIMA DA NORMATIVA
Granulometria	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Contenuto di acqua	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Limiti di Atterberg	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Prove di compattazione tipo Proctor Standard	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 3.000 m <sup>2</sup>
Prove di permeabilità in laboratorio effettuate con apparecchi triassiali	2 ogni 10.000 m <sup>3</sup>	2 ogni 10.000 m <sup>3</sup>

Sulla **barriera geologica ricostruita sul fondo della discarica (livello 2a)** saranno eseguite verifiche con una maglia di **40x40 m**, cioè nella misura di una prova ogni 1.600 m<sup>2</sup> di superficie.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle prove da eseguire sulla **barriera geologica ricostruita sul fondo della discarica (livello 2a)** messe a confronto con quanto previsto dal par. 7.4.4 della DGRT 21/12/1999, n.385.

PARAMETRI	FREQUENZA PROPOSTA	FREQUENZA MINIMA DA NORMATIVA	N° PROVE STIMATO
Spessore	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	8
Densità	2 ogni 750 m <sup>2</sup> per ogni strato realizzato	2 ogni 750 m <sup>2</sup> per ogni strato realizzato	46
Umidità	2 ogni 200 m <sup>2</sup> di materiale impiegato	2 ogni 200 m <sup>2</sup> di materiale impiegato	170
Prove di carico su piastra	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	2 ogni 5.000 m <sup>2</sup>	8
Permeabilità in sito con ASTM D6391-11 o equivalente	1 ogni 1600 m <sup>2</sup>	1 ogni 3.000 m <sup>3</sup>	11



## 7. PROCEDURA DI CONTROLLO QUALITÀ

Nei lavori di costruzione della discarica è prevista l'applicazione di una procedura di Controllo Qualità relativa a tutte le fasi di realizzazione dell'impermeabilizzazione in argilla compattata. Di seguito si riportano le diverse fasi in cui si articola la procedura di Controllo Qualità.

### Caratteristiche del materiale

Il materiale da impiegare deve essere costituito da argilla con limo e/o limo con argilla avente granulometria e limiti all'interno dei valori indicati nella tabella seguente.

SETACCIO ASTM	% PASSANTE	
	LIMITE SUPERIORE	LIMITE INFERIORE
40	100	90
200	100	80
LIMITI DI ATTERBERG		
LIMITE LIQUIDO	70	45
LIMITE PLASTICO	50	20

**Tabella 1 - Limiti ammissibili per la granulometria dello strato minerale impermeabile**

Le verifiche in corso d'opera sull'esecuzione dell'argine in argilla, si svolgeranno nella maniera seguente:

- **Campo prova.**

La costruzione della barriera impermeabile in argilla deve essere preceduta dall'esecuzione di un campo prova realizzato con il materiale qualificato, che sarà propedeutico alla taratura delle procedure di posa in opera dei diversi strati di materiale.

Il campo prova avrà una dimensione minima di 10x30 m e uno spessore minimo pari almeno a tre strati.

La realizzazione del rilevato sperimentale (campo prova) deve essere controllata attraverso l'esecuzione di una serie di prove dirette in sito, la cui frequenza è riportata di seguito:

Rilevato sperimentale	
Tipologia di prova	Proposta C.Q.
<i>Prova di densità</i>	Minimo n. 1 prova per ogni strato compattato
<i>Determinazione dell'umidità naturale</i>	Minimo n. 1 prova per ogni strato compattato
<i>Prove di permeabilità in sito</i>	Minimo n. 2 prove al raggiungimento di 1.0 metro di spessore.

- **Prova sulla cava di prestito.**

Prima di iniziare la realizzazione dell'argine, verranno eseguite, sull'argilla proveniente dalla cava di prestito, n° 1 prova AASHO Standard e n° 1 prova AASHO modificato (normativa C.N.R. n° 8) e verrà realizzato un diagramma comprendente la curva Proctor Standard, la curva Proctor modificata, la linea di completa saturazione del materiale. Successivamente si procederà alla realizzazione dell'argine secondo le modalità e le caratteristiche previste in progetto; ogni qualvolta verrà cambiata la cava di prestito, ovvero si rileveranno differenze stratigrafiche nella cava medesima, verrà effettuato un nuovo prelievo di materiale nella cava

di prestito, eseguendo nuovamente le prove di compattazione in laboratorio (AASHO Standard e AASHO Modificato).

- **Prove di compattazione.**

Le prove di compattazione saranno eseguite su strati di 100 cm di altezza, nella misura di due prove mediamente ogni 750 mq di superficie orizzontale, con un minimo di n° 2 prove per ogni strato verificato, salvo maggiori prescrizioni impartite dalla D.L. Le verifiche saranno eseguite mediante prove di densità in sito con volumometro a sabbia (normativa CNR UNI 22), mentre il tenore di umidità del materiale verrà misurato con il metodo del forno a microonde, secondo ASTM D 4643.

Il materiale dovrà risultare compattato in maniera tale da ottenere combinazioni di densità secca ( $\gamma_d$ ) e contenuto d'acqua (W) tali che il punto rappresentativo del materiale compattato sul diagramma  $\gamma_d$ -W giaccia nella zona compresa tra la linea congiungente i massimi della curva Proctor Standard e modificata, e la linea di completa saturazione del materiale, rimanendo nell'ambito di (Woptimum + 4%) della prova AASHO Standard. Inoltre il grado di costipamento relativo dovrà risultare maggiore o uguale al 90 % del valore massimo della prova AASHO modificata.

Nel caso che una o più prove di densità non forniscano valori ricadenti all'interno del campo di idoneità sopra definito, lo strato rappresentativo della prova dovrà essere demolito e rifatto, a cura e a spese dell'Impresa. L'ampiezza della superficie da ricostruire verrà stabilita dalla D.L.

- **Prove su piastra.**

Prima dell'inizio della costruzione del rilevato, sul piano di posa verranno eseguite n.3 prove su piastra Ø 30 cm, condotta secondo la norma CNR n.146.

Dovrà essere costruito il grafico pressione-cedimenti e il valore del modulo di deformazione dovrà essere maggiore o uguale a 50 N/mm<sup>2</sup> e calcolato nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 e 0,25 Mpa al primo ciclo di carico. La prova su piastra sarà ripetuta sia in una fase di costruzione intermedia, che al raggiungimento della quota finale del rilevato in argilla.

- **Prove di permeabilità.**

Le prove di permeabilità in sito saranno eseguite attraverso il metodo Double Stage Boutwell Permeameter (TSB). Tale metodo è l'unico che permette di misurare separatamente le due componenti della conducibilità idraulica, verticale ed orizzontale. La prova TSB ha come standard di riferimento la norma ASTM D6391 "Standard Test Method for Field Measurement of Hydraulic Conductivity of Porous Materials Using Two Stages of Infiltration from a Borehole".

L'esecuzione di questa prova prevede le seguenti fasi:

1. Fase 1: Filtrazione prevalentemente verticale

- Inizialmente si realizza un foro circa tronco conico (o tronco piramidale) avente il diametro della base minore maggiore del diametro esterno del casing (telaio-corpo del permeametro) (circa 10 cm) e tale da permettere l'inserimento dei materiali sigillanti tra l'infiltrometro e le pareti del foro. Quest'ultimo deve essere spinto ad una profondità di prova adeguata (in genere pari a circa due volte il diametro del casing). La superficie inferiore del foro deve essere piana, libera da residui di scavo. In particolare si deve cercare di non occludere i micropori della superficie filtrante, e pertanto si deve evitare di spianare il terreno di appoggio.
- Il casing del permeametro viene adagiato sul fondo dello scavo in posizione centrata e verticale. Successivamente eventuali fori prodotti dall'irregolarità tra il terreno ed il perimetro esterno dello strumento possono essere occlusi con un impasto di

terreno naturale ed acqua ad uno stato semiplastico. La sigillatura del casing costituisce una delle fasi più complesse. Al di sopra, e fino a raggiungere la quota del piano campagna iniziale, viene posto il terreno naturale compattato manualmente al fine di creare uno strato di protezione contro le variazioni termiche superficiali.

- Il casing viene riempito d'acqua, facendola affluire lentamente e gradualmente al suo interno, e poi viene chiuso superiormente. È importante assicurarsi che bolle d'aria non vengano intrappolate sotto il tappo del casing e/o nel sistema dei flussi (apparato superiore): a tal fine si permette lo spurgo dell'aria attraverso una valvola posta sul tappo stesso
- Al termine di queste operazioni, verificata la tenuta idraulica del sistema attrezzatura-terreno, la fase di infiltrazione dell'acqua può avvenire imponendo un carico idraulico nella buretta di misura. Questa operazione deve essere realizzata ponendo attenzione a non erodere o disturbare eccessivamente il terreno posto alla base del permeametro ed in tal senso deve essere applicato un carico idraulico adeguato alla precompressione esercitata dalla compattazione a cui il terreno è stato sottoposto in fase di stesa. Ogni registrazione del livello dell'acqua nella buretta di misura deve prevedere la data, il tempo dall'inizio della prova, la lettura corrispondente alla parte inferiore del menisco dell'acqua nella buretta del permeametro e del TEG (pseudo permeametro simile alla strumentazione di misura, ma avente la parte inferiore chiusa), e la temperatura dell'acqua nel TEG. La frequenza delle letture dipende dall'andamento del test. Quando il livello della buretta diventa troppo basso è possibile eseguire il refill con le stesse modalità con cui la buretta è stata riempita inizialmente. Il primo stage è considerato completo quando si raggiungono le condizioni stazionarie del flusso, cioè quando risulta evidente l'andamento asintotico delle misure del coefficiente di permeabilità apparente in funzione del tempo.

## 2. Fase 2: Filtrazione prevalentemente orizzontale

- Nel secondo stage il foro viene approfondito, mantenendo il casing nella posizione originaria, per circa 1 o 2 volte il diametro del permeametro al fine di massimizzare il contributo della permeabilità orizzontale  $k_h$ . In fase di scavo si deve porre attenzione particolare al fine di evitare e/o minimizzare la "lisciatura" della superficie filtrante laterale e ciò può essere ottenuto mediante elevata manualità e utilizzo di utensili di scavo realizzati specificatamente per tale scopo e variabili anche in funzione della tipologia del terreno.
- Il foro realizzato, dopo essere stato misurato, viene riempito con sabbia calibrata al fine di ridurre il disturbo delle pareti del foro; la normativa suggerisce l'utilizzo di un tessuto non tessuto di contenimento, ma tale accorgimento non sembra importante se si esegue la prova su terreni coesivi.
- Il test, dopo il riempimento e la chiusura del casing, avverrà analogamente alla fase precedente.

L'elaborazione della conducibilità idraulica necessita inoltre della misura della suzione e della temperatura.

Per valutare il grado di protezione offerto dal rilevato, si farà riferimento al concetto di comportamento equivalente, rispetto ai requisiti minimi previsti dalla Normativa vigente.

Il punto 2.4.2 dell'Allegato 1 del D. Lgs 121/2020 stabilisce che il substrato della base e dei fianchi della discarica per rifiuti non pericolosi, risponda ai requisiti di permeabilità e spessore "almeno equivalenti" ai seguenti valori:

permeabilità  $K \leq 1 \cdot 10^{-9}$  m/s

spessore  $s \geq 1,0\text{m}$

Il criterio di equivalenza scelto, ai fini dell'efficacia di contenimento dell'argine, è stato finalizzato con il concetto di tempo di attraversamento a  $t_a$ , definito come *il tempo che impiega il fluido ad attraversare completamente lo spessore dell'argine di contenimento, nelle ipotesi di gradiente piezometrico unitario*.

Tale parametro viene calcolato come rapporto tra lo spessore della barriera ed il coefficiente di permeabilità, quest'ultimo esprimente la velocità del flusso in condizioni di gradiente piezometrico unitario. In formula:

$$t_a = \frac{s}{K}$$

In base ai requisiti indicati dalla Normativa, il substrato geologico di contenimento, deve garantire un tempo di attraversamento pari ad almeno:

$$t_a = \frac{s}{K} = \frac{1}{1 \cdot 10^{-9}} = 1 \cdot 10^9 \text{ secondi}$$

Per valutare, quindi, la rispondenza dello strato realizzato con le prescrizioni normative, sul verbale di prova dovrà essere indicata, oltre al valore del coefficiente di permeabilità risultato  $K_p$ , anche la localizzazione del punto di esecuzione (con riferimento all'altezza rispetto al fondo scavo), e lo spessore totale dell'argine nell'area di prova  $s_p$ .

L'esito della prova sarà positivo se risulterà verificata la seguente condizione:

$$K_p \leq \frac{s_p}{t_a} = \frac{s_p}{1 \cdot 10^9} \text{ (m/s)}$$

con  $s_p$ : spessore totale dell'argine nell'area di prova (m);

$K_p$ : coefficiente di permeabilità della prova (m/s);

Nel caso in cui una o più prove diano esito negativo, lo strato rappresentativo della prova dovrà essere demolito e rifatto a cura e a spese dell'Impresa. L'ampiezza della superficie da ricostruire verrà stabilita dalla D.L.