

# CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA NEI COMUNI DI FELINO, SALA BAGANZA, COLLECCHIO E PARMA (PR-E-1047)

## PROGETTO DEFINITIVO

A	10/2016	Prima emissione	VI	VI	DC
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.

## GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA RELAZIONE FINALE PIANO DELLE INDAGINI PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA

### IL RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI:

MANDATARIA  
PROGETTAZIONE GENERALE ED IDRAULICA

**MAJONE&PARTNERS**  
ENGINEERING

Prof. Ing. Ugo Majone  
Dott. Ing. Denis Cerlini  
Dott. Ing. Marco Belicchi  
Dott. Ing. Nicola Pessarelli  
Dott. Ing. Michele Ferrari  
Dott. Ing. Gaetano Di Franca

MANDANTE  
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**AMBITER** S.r.l.  
società di ingegneria ambientale

Dott. Geol. Giorgio Neri  
Dott. Amb. Gabriele Virgili  
Dott. Amb. Alessio Ravera  
Dott. Amb. Ecol. Adelia Sabatino  
Dott. Nat. Silvia Del Fiore  
Dott. Arch. Daniela Pisciotto  
Dott. Leg. Rossana Valentini

MANDANTE  
ASPETTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

**EG**  
ENGINEERING GEOLOGY

Prof. Geol. Giovanni Paolo Beretta  
Dott. Geol. Maurizio Nespoli  
Dott. Geol. Monica Avanzini  
Dott. Geol. Anna Cantoni  
Dott. Marta Maiocchi

MANDANTE  
ANALISI DELL'ASTA FLUVIALE

Studio Prof. Ing.  
**Alberto Bizzarri**

Prof. Ing. Alberto Bizzarri

MANDANTE  
ASPETTI STRUTTURALI

**Ing. Claudio Marcello S.r.l.**  
Dott. Ing. Carlo Claudio Marcello

MANDANTE  
ASPETTI GEOTECNICI

**colleselli & p.**  
INGEGNERIA GEOTECNICA  
Prof. Ing. Francesco Colleselli

PER IL R.T.P.:

Dott. Ing. Denis Cerlini

(documento firmato digitalmente)

IL R.U.P.:

Dott. Ing. Mirella Vergnani

(documento firmato digitalmente)

### CONSULENTI:

MODELLAZIONE FISICA E NUMERICA

DICATeA - Università degli studi di Parma  
(Prof. Ing. Paolo Mignosa)

ASPETTI ARCHEOLOGICI

AR/S Archeosistemi società Cooperativa  
(Archeologa Lorenza Bronzoni)

### CODICE ELABORATO:

**B A G 2 0 3 G E O R R E 0 1 A**

ID (1)

CAP. (2)

TIPO (3)

DOC. (4)

PROGR. (5-6) REV. (7)

SCALA

OTTOBRE  
2016

IL RESPONSABILE DELL'ATTIVITÀ SPECIALISTICA:

Dott. Tiziano Vicenzetto

(documento firmato digitalmente)

## **INDICE**

### **1) PREMESSA**

### **2) INDAGINI ESEGUITE**

### **3) SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO**

#### **3.1 Modalità esecutive**

#### **3.2 Standard Penetration Test**

#### **3.3 Prove di permeabilità Lefranc**

#### **3.4 Strumentazione installata**

#### **3.5 Misure piezometriche**

### **4) POZZETTI ESPLORATIVI**

### **5) CAMPI PROVA PER ESECUZIONE DI PROVE DI EMUNGIMENTO**

#### **5.1 Perforazione di pozzi**

#### **5.2 Perforazione dei piezometri**

#### **5.3 Prove di emungimento**

### **6) INDAGINI GEOFISICHE**

#### **6.1 Indagine geoelettrica**

#### **6.2 Indagine sismica tipo MASW 1D**

#### **6.3 Indagine sismica tipo MASW 2D**

### **7) PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

### **8) ANALISI CHIMICHE**

### **9) GRANULOMETRIA DELL'ALVEO DEL T. BAGANZA**

#### **9.1 Campione BAG1**

#### **9.2 Campione BAG2**

#### **9.3 Campione BAG3**

#### **9.4 Campione BAG4**

#### **9.5 Campione BAG5**

#### **9.6 Analisi numerale dello strato superficiale**

<b>APPENDICE 1</b>	Indagini geofisiche MASW 1D
<b>APPENDICE 2</b>	Certificati analisi granulometriche sui campioni BAG 1 -2-3-4-5
<b>APPENDICE 3</b>	Certificati Prove Lefranc
<b>APPENDICE 4</b>	Tabelle delle analisi chimiche sui campioni dei pozzetti TA

## **ALLEGATI**

### **ALLEGATO A      INDAGINI GEOGNOSTICHE**

ALLEGATO A1 SONDAGGI SI  
ALLEGATO A2 SONDAGGI SIG  
ALLEGATO A3 SONDAGGI SMC  
ALLEGATO A4 SONDAGGI SA  
ALLEGATO A5 SONDAGGI PER I CAMPI PROVE

### **ALLEGATO B      POZZETTI ESPLORATIVI**

ALLEGATO B1 POZZETTI “T”  
ALLEGATO B2 POZZETTI “TA”

### **ALLEGATO C      PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

ALLEGATO C1 PROVE SUI CAMPIONI DEI SONDAGGI SIG  
ALLEGATO C2 PROVE SUI CAMPIONI DEI SONDAGGI SMC  
ALLEGATO C3 PROVE SUI CAMPIONI DEI POZZETTI

### **ALLEGATO D      PROVE DI EMUNGIMENTO**

### **ALLEGATO E      INDAGINE GEOFISICA**

ALLEGATO E1 INDAGINE GEOELETTRICA  
ALLEGATO E2 INDAGINE SISMICA MASW 2D

### **ALLEGATO F      CERTIFICATI DELLE ANALISI CHIMICHE**

ALLEGATO F1 ANALISI SUI CAMPIONI DEI POZZETTI “T”  
ALLEGATO F2 ANALISI SUI CAMPIONI DEI POZZETTI “TA”  
ALLEGATO F3 ANALISI SUI CAMPIONI DI ACQUA DI FALDA



## 1) **PREMESSA**

Con Det. n°749 del 13.07.2016, L'AIPO - Agenzia interregionale per il fiume Po, ha reso efficace l'aggiudicazione della progettazione definitiva relativa ai *Lavori di realizzazione della Cassa di espansione del torrente Baganza nei comuni di Felino, Sala Baganza, Collecchio e Parma (PR-E-1047)* allo scrivente R.T.P. Majone & Partners S.r.l. – Ambiter S.r.l. – Studio Prof. Ing. Alberto Bizzarri – Studio Colleselli & Partners – EG Engineering Geology di G.P. Beretta e Associati – Ing. Claudio Marcello S.r.l. (di seguito RTP).

Il progetto preliminare (marzo 2015), trasmesso dall'AIPO a Regione e Autorità di Bacino del fiume Po, è stato validato ed inserito da questi ultimi, nel luglio 2015, tra le istanze di finanziamento per interventi di mitigazione del rischio idrogeologico proposte dalla Regione Emilia-Romagna, mediante la validazione delle schede istruttorie inserite nella piattaforma telematica ReNDIS-web, dando atto che l'intervento è coerente con gli atti di pianificazione territoriale e tra gli interventi prioritariamente individuati attraverso gli strumenti di analisi del rischio.

Con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 15 settembre 2015 è stato approvato il Piano stralcio per le aree metropolitane e le aree urbane con alto livello di popolazione esposta al rischio di alluvioni, nel quale l'intervento in questione è stato inserito in tabella D<sup>1</sup> allegata all'atto, con la previsione di un finanziamento di 55.000.000,00 Euro, come da previsione del progetto preliminare.

Al fine di individuare, nei tempi ristretti assegnati per la progettazione, soluzioni condivise che perseguissero obiettivi a scala sovracomunale (di bacino) nel rispetto delle esigenze locali, è stato avviato un percorso progettuale in grado di definire le migliori opzioni d'intervento attraverso una progettazione integrata e multidisciplinare, che analizzasse ex ante in modo coordinato le esigenze tecniche, le esigenze territoriali e le esigenze ambientali e che consentisse un confronto costruttivo con le Amministrazioni coinvolte e con i portatori di interesse e più in generale con la cittadinanza attiva.

Tale percorso di partecipazione con i diversi stakeholder, avviato da AIPO nell'autunno 2015 e conclusosi nel novembre dello stesso anno, ha così permesso d'individuare gli elementi migliorativi da utilizzare nello sviluppo della progettazione definitiva della Cassa d'espansione sul Torrente Baganza. In particolare, è emersa da diversi soggetti la necessità di sviluppare la progettazione della cassa di laminazione con una visione complessiva di bacino Parma-Baganza che permettesse, oltre alla realizzazione dell'invaso, l'individuazione delle azioni complementari da attuare lungo le aste di Parma e Baganza al fine della riduzione e mitigazione del rischio residuale.

Nel presente progetto definitivo è pertanto contenuta, oltre al progetto dell'opera in senso stretto, anche una prima complessiva risposta alle suddette richieste, mediante un'analisi idraulica e geomorfologica a livello d'asta fluviale nel tratto di Torrente Baganza compreso tra Calestano e la confluenza con il T. Parma, ed una diagnosi sulle

---

<sup>1</sup> Nella tabella D sono indicati gli interventi di mitigazione del rischio alluvionale che presentano un livello di progettazione preliminare e per i quali è necessario raggiungere tempestivamente un livello di progettazione definitivo od esecutivo al fine di consentire l'utilizzo immediato delle risorse che si renderanno disponibili

arginature esistenti, eseguita per tratti omogenei, nel tratto d'alveo del T. Parma a valle della città sino alla confluenza con il Fiume Po.

Il presente progetto definitivo è stato predisposto in conformità con l'art. 23 c.7 del D.Lgs 50/2016 nonché, in applicazione dell'art. 216, c.4 dello stesso, con gli artt.24÷32 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i., ed individua compiutamente i lavori da realizzare nel rispetto dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti dalla stazione appaltante nell'ambito del progetto preliminare e delle successive fasi di partecipazione sopra accennate e nel rispetto, laddove possibile e/o pertinente, delle *“Linee guida per le attività di programmazione e progettazione degli interventi per il contrasto del rischio idrogeologico (versione 2.0 del settembre 2016 - #italiasicura)”*.

Di seguito si riporta integralmente il Piano delle indagini propedeutiche alla progettazione definitiva svolto dalla Ditta Vicenzetto SRL incaricata direttamente da Aipo a maggio 2016.

## 2) INDAGINI ESEGUITE

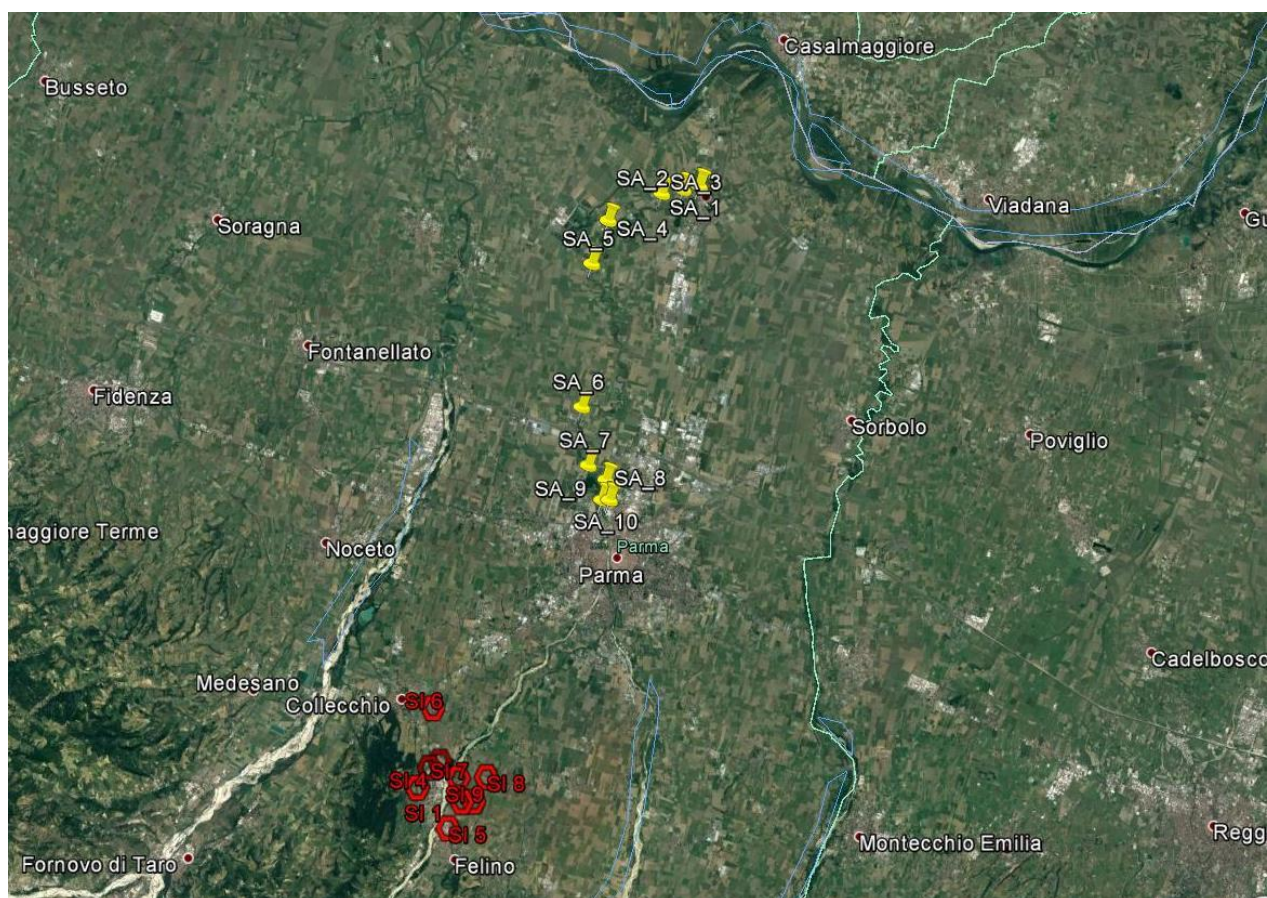
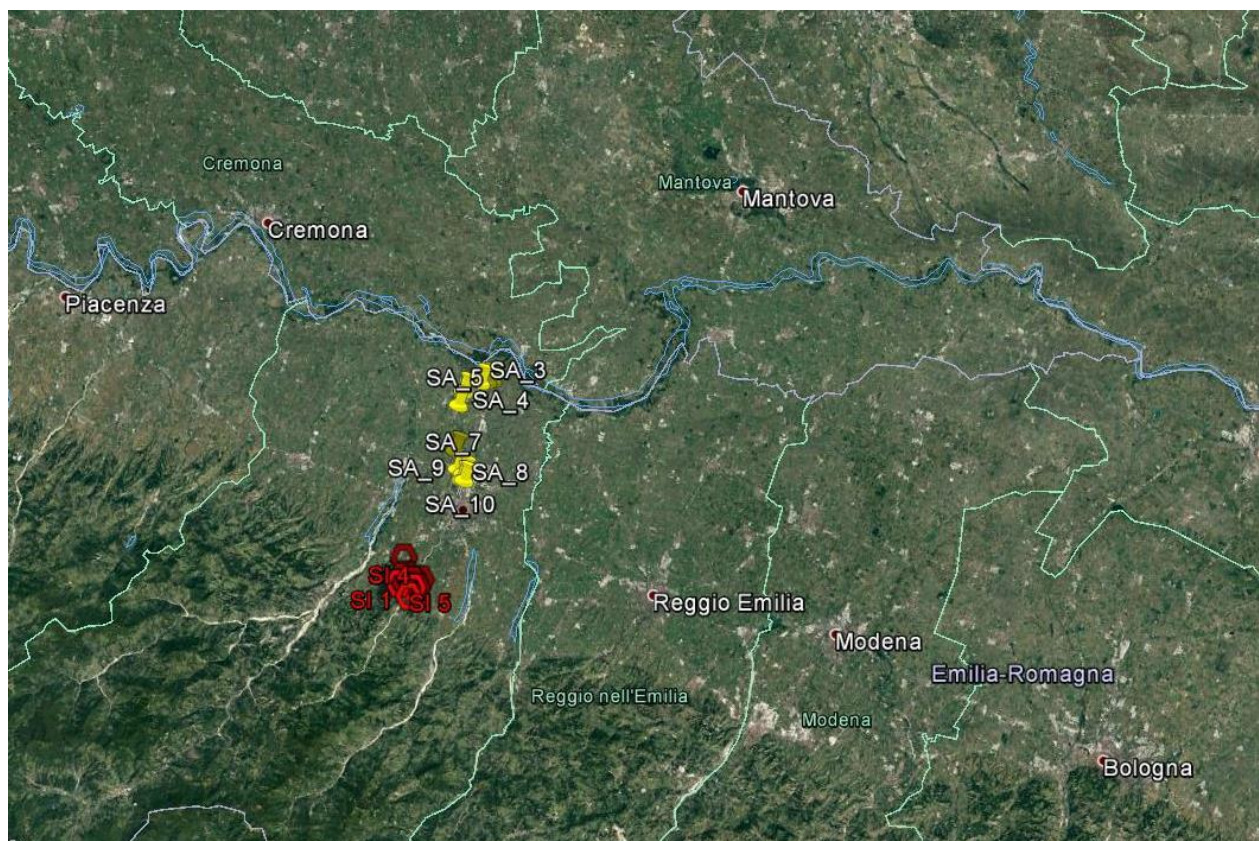
Le indagini geognostiche, propedeutiche alla progettazione definitiva della Cassa di Espansione del Torrente Baganza nei comuni di Felino, Sala Baganza, Collecchio e Parma (vedi foto seguenti), sono state eseguite nel periodo Giugno Luglio 2016, ad eccezione dei sondaggi sulle arginature a sud di Parma che sono state eseguite nel mese di ottobre 2016.

Secondo quanto previsto nel programma d'indagine sono state eseguite le seguenti attività:

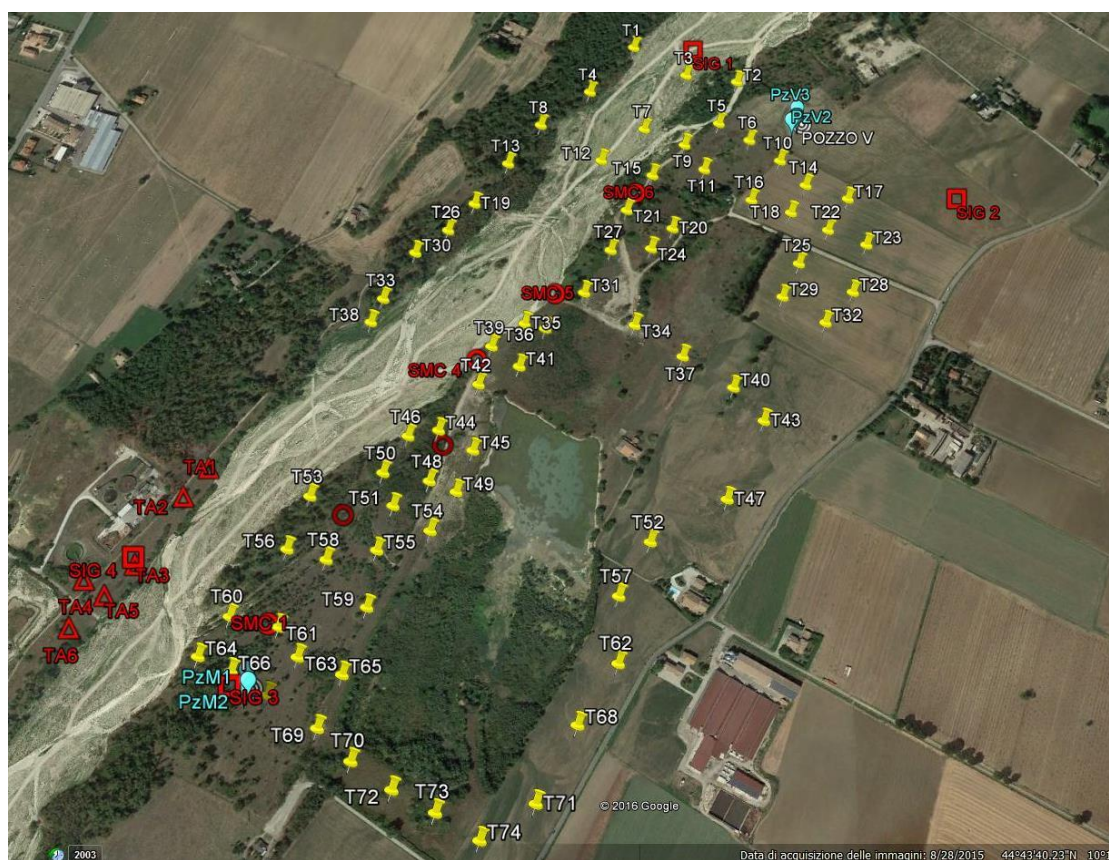
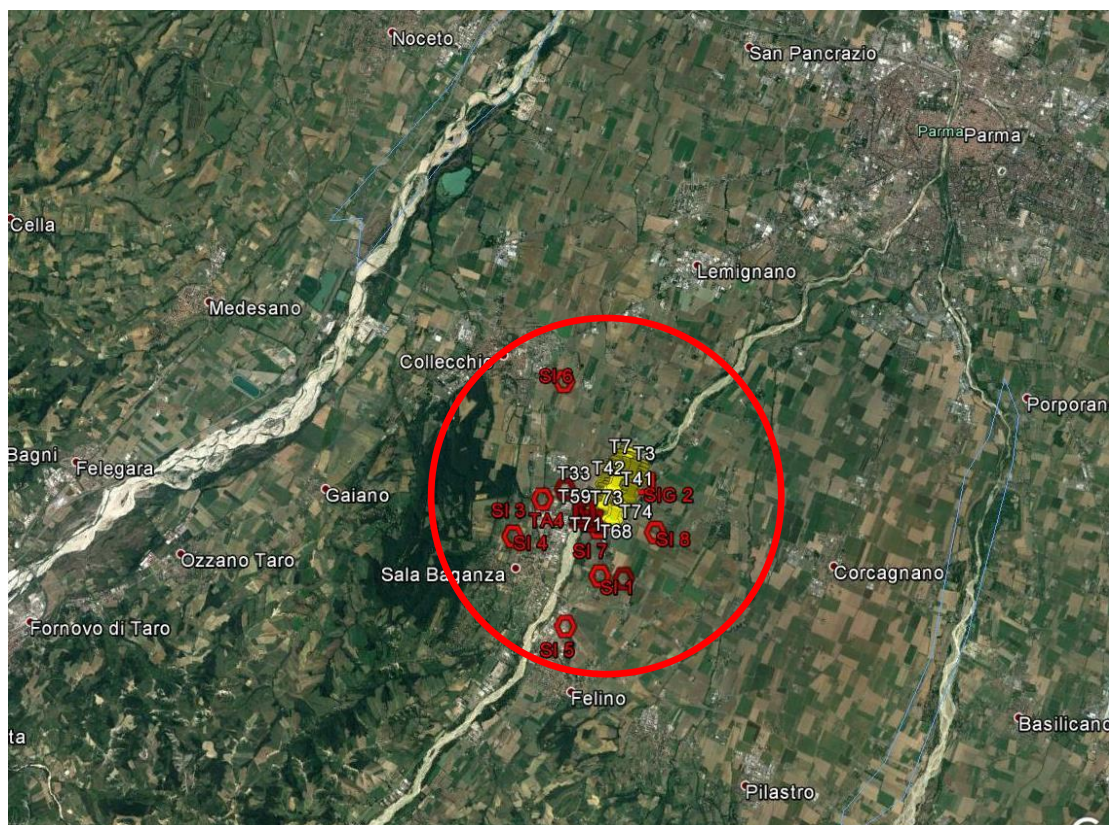
- n. 9 (SI1÷SI9) sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a 20 m di profondità dal p.c., con installazione di piezometri a tubo aperto
- n. 4 (SIG1÷SIG4) sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti sino a 45 m di profondità dal p.c. con installazione di piezometro,
- n. 6 (SMC1÷SMC6) sondaggi geognostici a carotaggio continuo per la caratterizzazione del materiale proveniente dagli scavi e per la verifica della continuità dello strato argilloso che separa i due acquiferi
- n. 10 (SA1-SA10) sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti sino a 15 m di profondità a partire dalla sommità degli argini del T. Baganza, nel tratto a valle della città di Parma e sino alla confluenza con il Fiume Po
- n. 74 (T1-T74) pozzetti esplorativi fino alla profondità di circa 2 m
- n. 6 (TA01÷TA06) pozzetti esplorativi fino alla profondità di circa 4 m
- n. 2 campi prova per l'esecuzione di prove di emungimento, ciascuno dei quali costituito da n. 1 pozzo di emungimento e da n. 3 piezometri di controllo
- n. 5 campionamenti all'interno dell'alveo del T. Baganza per la determinazione della granulometria del materiale presente nell'alveo stesso
- indagini geofisiche MASW e geoelettriche
- prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi geognostici e dei pozzetti esplorativi
- analisi chimiche sui campioni di terreno prelevati nel corso dei pozzetti esplorativi e di acqua di falda prelevata da piezometri esistenti.

Di seguito si ripotano le foto aeree dell'area di indagine.









Indagini eseguite nell'area interessata dalla cassa di espansione del T. Baganza



### 3) SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

I sondaggi sono stati eseguiti utilizzando attrezzature di perforazione a rotazione aventi caratteristiche di potenza (coppia, spinta, tiro) idonee al tipo di indagine previsto.

Sono state utilizzate sonde con diverso tipo di allestimento, ovvero carro cingolato, e autocarro a trazione integrale, al fine di risolvere vari problemi logistici in ordine a ingombro e accessibilità. I certificati stratigrafici dei sondaggi con le foto delle carote, i campioni prelevati e le prove eseguite sono riportati in allegato A.



*Sonda1 cingolata*



*Sonda2 cingolata*



*Sonda 3 cingolata*



*Sonda 4 autocarrata*

*Foto delle attrezzature di perforazione impiegate*

I sondaggi eseguiti, con le coordinate plano-altimetriche, sono riportati nelle tabelle seguenti.

#### SONDAGGI "SMC"

SIGLA	Y	X	Z (m slm)	Nord	Est
SMC1	4953123.254	598460.822	144.079	44°43'29.0052"	10°14'35.9528"
SMC2	4953284.953	598531.147	140.769	44°43'34.2095"	10°14'39.2613"
SMC3	4953402.589	598652.631	140.417	44°43'37.9608"	10°14'44.8645"
SMC4	4953538.746	598679.530	139.149	44°43'42.3591"	10°14'46.1819"
SMC5	4953657.083	598778.888	136.932	44°43'46.1440"	10°14'50.7802"
SMC6	4953840.770	598878.712	133.979	44°43'52.0460"	10°14'55.4455"



**SONDAGGI "SI" CON PIEZOMETRO**

SIGLA	Y	X	Z (m slm)	Nord	Est
SI1	4951973.199	598717.972	156.737	44°42'51.6150"	10°14'46.8398"
SI1_TT	4951973.257	598718.1325	156.656	44°42'51.6168"	10°14'46.8471"
SI2	4953591.256	597839.115	141.961	44°43'44.4756"	10°14'08.0199"
SI2_TT	4953591.223	597839.143	141.900	44°43'44.4745"	10°14'08.0212"
SI3	4953349.757	597410.053	143.914	44°43'36.8613"	10°13'48.3523"
SI3_TT	4953349.757	597410.053	143.904	44°43'36.8624"	10°13'48.3534"
SI4	4952551.175	596917.198	160.500	44°43'11.2270"	10°13'25.4062"
SI4_TT	4952551.18	596917.252	160.453	44°43'11.2272"	10°13'25.4086"
SI5	4950911.579	598157.652	171.825	44°42'17.4945"	10°14'20.6445"
SI5_TT	4950911.554	598157.659	171.665	44°42'17.4937"	10°14'20.6448"
SI6	4955737.458	597563.912	118.391	44°44'54.1496"	10°13'56.9886"
SI6_TT	4955737.401	597563.867	118.300	44°44'54.1478"	10°13'56.9865"
SI7	4952921.054	598580.864	146.656	44°43'22.3943"	10°14'41.2681"
SI7_TT	4952921.096	598580.779	147.028	44°43'22.3957"	10°14'41.2642"
SI8	4952954.801	599718.535	139.955	44°43'22.9208"	10°15'32.9954"
SI8_TT	4952954.861	599718.598	139.846	44°43'22.9227"	10°15'32.9983"
SI9	4951976.284	599192.689	153.541	44°42'51.4789"	10°15'08.4132"
SI9_TT	4951976.376	599192.737	153.404	44°42'51.4819"	10°15'08.4154"

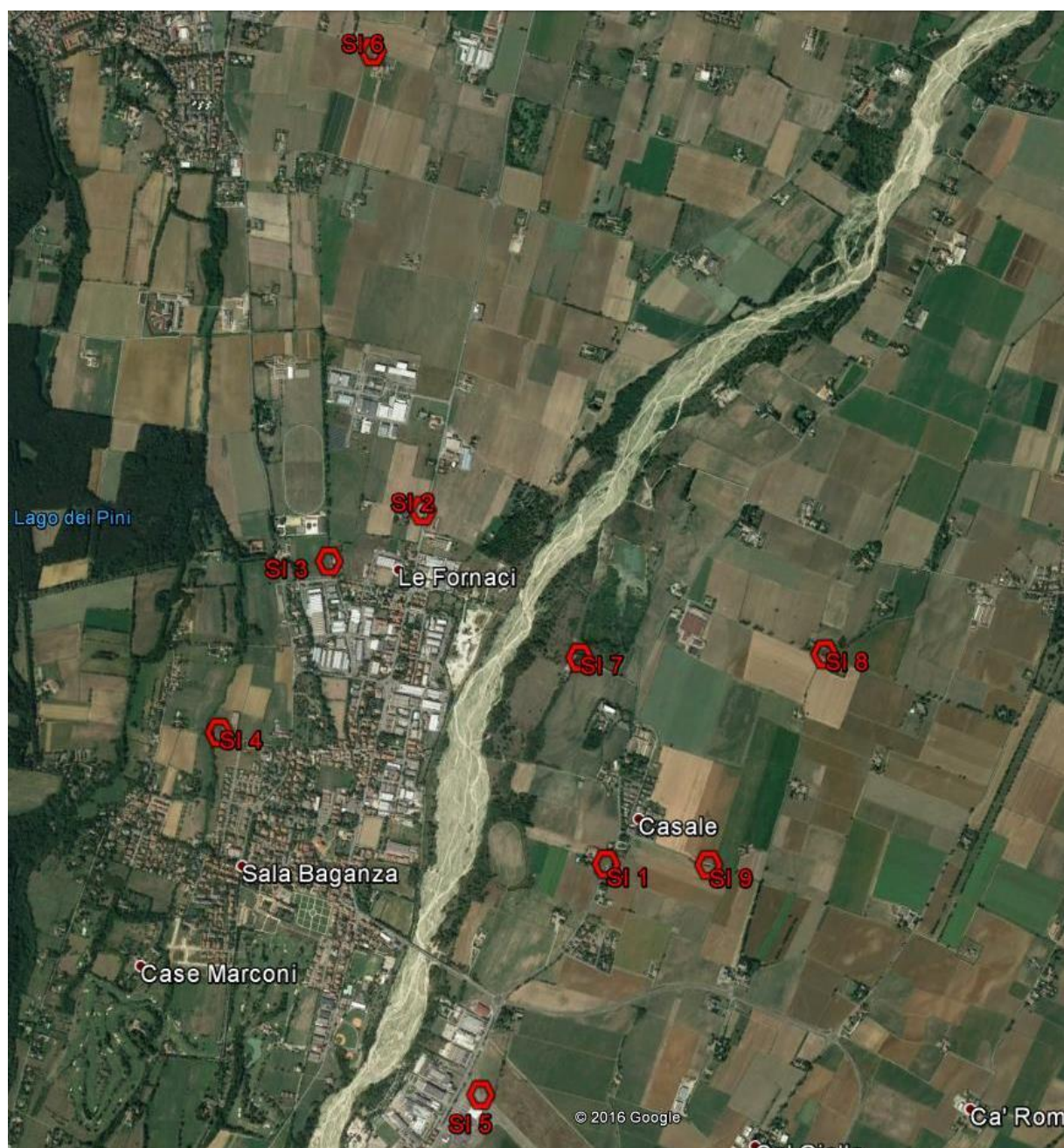
**SONDAGGI "SIG" CON PIEZOMETRO**

SIGLA	Y	X	Z (m slm)	Nord	Est
SIG1	4954111.189	598939.377	130.491	44°44'00.7776"	10°14'58.3917"
SIG1_TT	4954111.207	598939.465	130.725	44°44'00.7782"	10°14'58.3957"
SIG2	4953889.419	599371.157	133.493	44°43'53.3769"	10°15'17.8629"
SIG2_TT	4953889.386	599371.220	133.811	44°43'53.3758"	10°15'17.8657"
SIG3	4953036.199	598427.036	146.128	44°43'26.2012"	10°14'34.3569"
SIG3_TT	4953036.149	598427.006	146.524	44°43'26.1996"	10°14'34.3555"
SIG4	4953191.875	598254.934	145.537	44°43'31.3303"	10°14'26.6430"
SIG4_TT	4953191.865	598254.921	145.781	44°43'31.3303"	10°14'26.6430"

**SONDAGGI "SA" - ARGINI A VALLE DI PARMA**

SIGLA	Y	X	Z (m slm)	Nord	Est
SA1	4976178.102	608263.824	323.836	44° 55'50.8785"	10° 22'19.1594"
SA2	4976021.979	607593.595	343.912	44° 55'46.1668"	10° 21'48.4711"
SA3	4975865.386	606733.945	352.183	44° 55'41.5598"	10° 21'09.1453"
SA4	4974786.829	604554.495	376.02	44° 55'07.7813"	10° 19'28.9436"
SA5	4973048.456	603891.547	389.487	44° 54'11.8096"	10° 18'57.4276"
SA6	4967266.886	603450.705	461.275	44° 51'04.7227"	10° 18'33.0804"
SA7	4964932.765	603703.786	492.784	44° 49'48.9664"	10° 18'42.8907"
SA8	4964335.695	604413.529	506.386	44° 49'29.2492"	10° 19'14.7634"
SA9	4963507.950	604242.866	523.122	44° 49'02.5206"	10° 19'06.3825"
SA10	4963516.870	604544.948	525.338	44° 49'02.6506"	10° 19'20.1399"



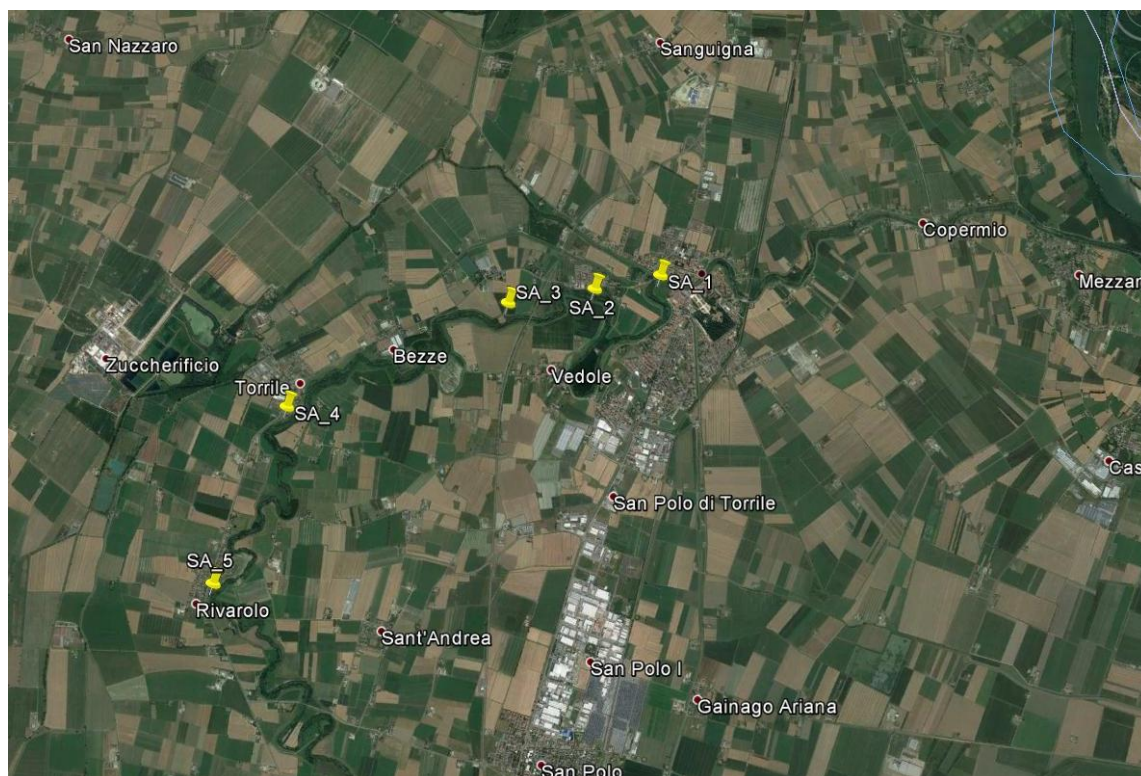


Ubicazione sondaggi con sigla "SI"



*Ubicazione sondaggi con sigle “SMC” e “SIG”*





Ubicazione sondaggi con sigla SA

### 3.1) Modalità esecutive

I sondaggi sopra elencati sono stati eseguiti a carotaggio continuo.

La perforazione è stata condotta utilizzando il carotiere semplice di diametro 101 mm, con avanzamento a secco, ovvero senza impiego di fluido di perforazione al fine di ridurre al minimo il disturbo sulle carote e ottenere una ottimale percentuale di recupero.

Il sostegno delle pareti del foro è stato assicurato dall'impiego di rivestimenti metallici di diametro variabile 127 mm, utilizzando come fluido di perforazione acqua pulita. Nei certificati stratigrafici relativi a ciascun sondaggio sono riportati gli intervalli d'impiego delle varie attrezzature con indicate le profondità.

Dopo l'estrazione dal carotiere, le "carote" sono state riposte in cassette catalogatrici in pvc e successivamente fotografate con macchina digitale.

Le descrizioni stratigrafiche sono state redatte da un geologo esperto, secondo le modalità contenute nelle norme tecniche contrattuali e nelle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", A.G.I., 1977.

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati e a disturbo litato ("rimaneggiati"), che sono stati utilizzati per l'esecuzione di prove geotecniche di laboratorio.

I campioni indisturbati sono stati prelevati con campionatore Vicenzetto (tipo Osterberg) utilizzando fustelle in acciaio inox di diametro interno 95 mm, e lunghezza 60 cm.

### 3.2 Standard Penetration Test (SPT)

Durante le perforazioni sono state eseguite, a profondità significative ovvero dove richiesto dai progettisti, prove penetrometriche dinamiche del tipo Standard Penetration Test (S.P.T.).

E' stata utilizzata l'attrezzatura standard prevista nelle normative internazionali, ovvero aste di diametro 50 mm e peso di 7.2 kg/m., maglio di battuta con peso di 63.5 kg e dispositivo di sganciamento automatico con altezza di caduta pari a 76 cm.

I dati delle prove SPT sono riportati nei certificati stratigrafici relativi a ciascun sondaggio.



### 3.3 Prove di permeabilità Lefranc

Le prove Lefranc sono state eseguite nel corso dei sondaggi con sigla SA.

Sono state eseguite prove a carico variabile in abbassamento, ovvero riempiendo il foro di sondaggio e misurando la velocità di abbassamento del livello dell'acqua. Il tratto non in prova era rivestito con i tubi metallici usati per il rivestimento provvisorio del foro.

Tutte le prove sono state eseguite in avanzamento ovvero con il procedere della perforazione.

I certificati di prova contenenti i valori misurati in sito e l'elaborazione con il calcolo del valore medio del coefficiente di permeabilità sono riportati in appendice 3 alla presente relazione.

### 3.4 Strumentazione installata

Nei sondaggi con sigla "SI" e "SIG" sono stati installati piezometri a tubo aperto utilizzando tubi con le seguenti caratteristiche:

materiale	PVC PN16 atossico
diametro	2" (sondaggi "SIG"), 3" (sondaggi "SI")
spessore tubo	5 mm
larghezza fessure	0.5 mm
lunghezza tubo	da 1 a 3 m

Il dreno nel tratto fessurato è stato eseguito con ghiaia silicea naturale lavata, di diametro compreso tra 3 e 5 mm. I tappi impermeabili sono invece stati realizzati con bentonite in palline (compactonit), mentre la cementazione dei tratti superficiali con una miscela cementizia a base di acqua cemento e bentonite.

L'estremità superiore dei tubi piezometrici è stata protetta da chiusini in ferro con coperchio e lucchetto o da chiusini carrabili in ghisa, fissati al terreno mediante cementazione.

Gli schemi di posa dei piezometri installati sono riportati nei certificati dei relativi sondaggi in cui i piezometri stessi sono stati installati.

### 3.5 Misure piezometriche

Di seguito si riportano le misure del livello dell'acqua, eseguite con freatimetro elettrico, in tutti i piezometri installati, e nei due campi prova. Le misure sono espresse in metri da testa tubo piezometrico.

SIGLA	13/6/16	15/6/16	17/6/16	23/6/16	24/6/16	27/6/16	6/7/16	12/7/16	14/7/16	15/7/16	19/7/16
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------	---------	---------	---------	---------

PZ M1	-3.17	-3.18	-3.22	-3.33		-3.44		-4.05	-4.09		
PZ M2	-2.93	-2.93	-2.95	-3.05		-3.17		-3.80	-3.85		
PZ M3	-3.42	-3.43	-3.46	-3.56		-3.67		-4.20	-4.24		
Pozzo M			-3.56	-3.67		-3.78		-4.38	-4.64		

PZV1					-2.74	-2.80			-3.09		-3.14
PZV2					-2.84	-2.90			-3.18		-3.23
PZV3					-2.82	-2.90			-3.21		-3.26
Pozzo V					-3.14	-3.20			-3.53		-3.55

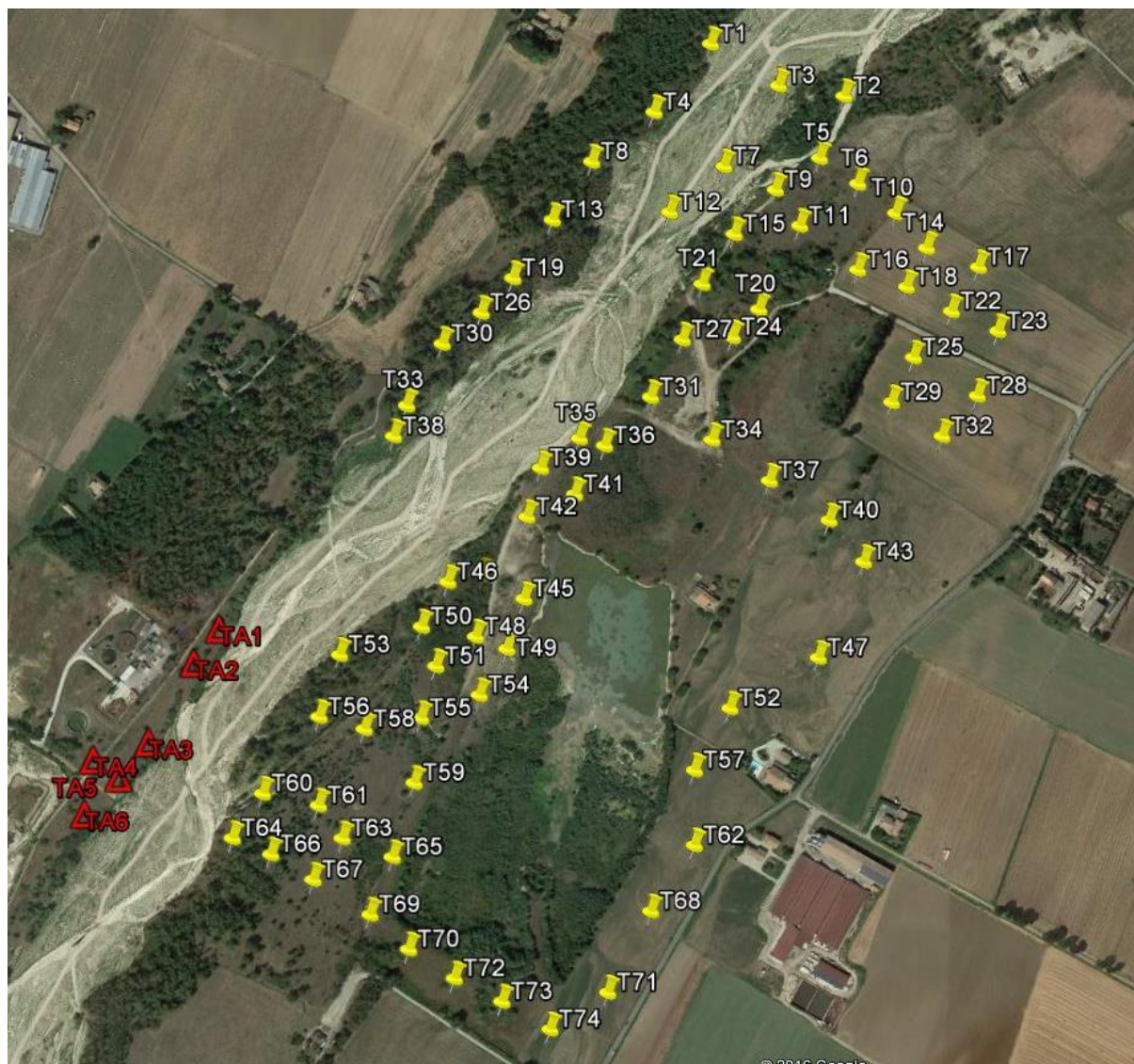
SIG 1										-1.82	
SIG 2							-5.16				
SIG 3				-5.43		-5.65	-5.97				
SIG 4											-7.39

SI 1						-4.78	-5.16				
SI 2										-5.39	
SI 3											-5.75
SI 4							-2.95				
SI 5							-5.63				
SI 6										-8.58	
SI 7							-3.64				
SI 8							-5.90				
SI 9							-6.10				

#### 4) POZZETTI ESPLORATIVI

I pozzetti esplorativi sono stati eseguiti con escavatore cingolato Komatsu PC130, in grado di raggiungere la profondità di 4 m.

Sono stati eseguiti 74 pozzetti con sigla “T”, nel corso dei quali sono stati prelevati campioni da destinare ad analisi chimiche e a prove geotecniche di laboratorio, e 6 pozzetti con sigla “TA”, nel corso dei quali sono stati prelevati esclusivamente campioni per analisi chimiche.



Ubicazione dei pozzetti con sigla “T” e “TA”



Le descrizioni stratigrafiche sono state redatte da un geologo esperto, secondo le modalità contenute nelle norme tecniche contrattuali e nelle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", A.G.I., 1977.

I certificati stratigrafici, con le coordinate WGS84 e i campioni prelevati, sono riportati in allegato B.



*Pozzetti con sigla T e TA*



## 5) CAMPI PROVA PER ESECUZIONE DI PROVE DI EMUNGIMENTO

I due campi prova sono stati realizzati rispettivamente sui lati di monte (sigla M) e di valle (sigla V) della cassa di espansione in progetto.

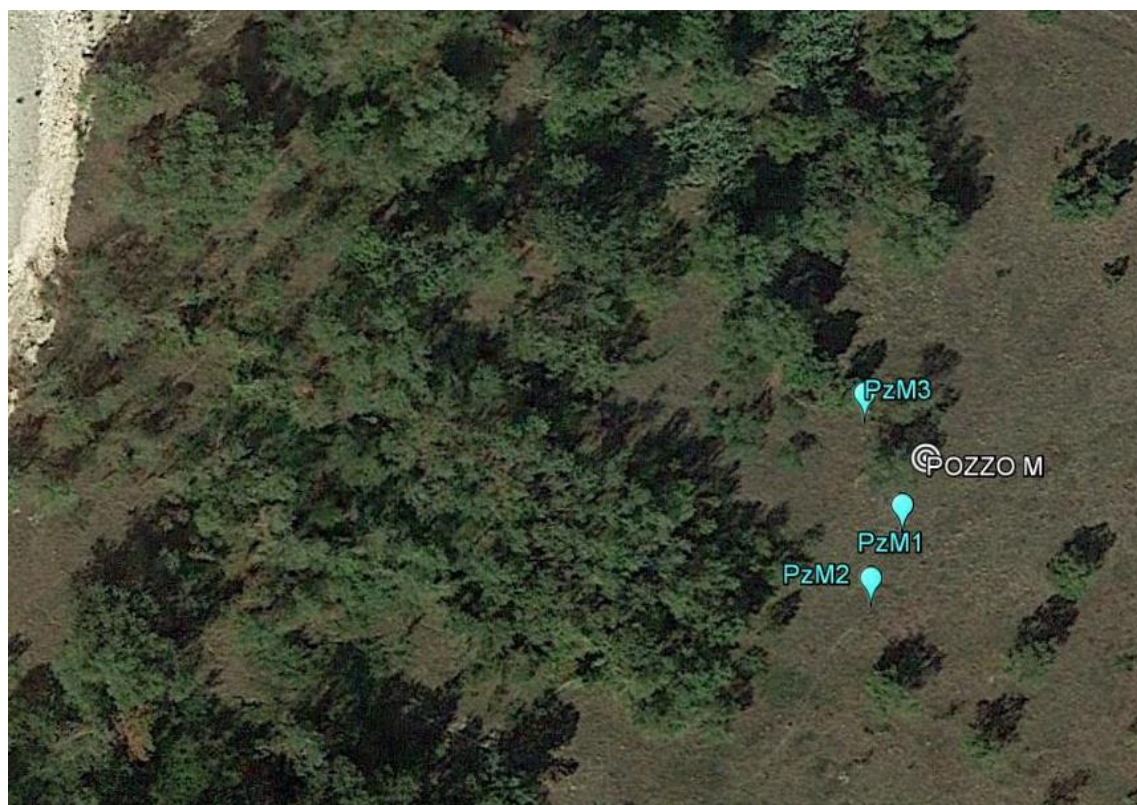
Ciascun campo prova è composto da un pozzo con due piezometri eseguiti parallelamente alla direzione di flusso della falda e distanti 10 e 20 m dal pozzo stesso e con un terzo piezometro distante 10 metri dal pozzo e disposto perpendicolarmente alla direzione di flusso.

Gli schemi di posa, dei piezometri e dei pozzi sono riportati nei certificati in allegato A.



*Ubicazione dei due campi prova*





I pozzi e i piezometri eseguiti nei due campi prova, con le coordinate plano-altimetriche, sono riportati nella tabella di seguito riportata.

**CAMPO PROVA DI MONTE**

SIGLA	Y	X	Z (m slm)	Nord	Est
POZZOM	4953035.856	598457.044	145.647	44°43'26.1753"	10°14'35.7204"
POZZOM_TT	4953036.003	598457.127	146.492	44°43'26.18003"	10°14'35.7243"
PZM1	4953026.577	598454.258	146.030	44°43'25.87600"	10°14'35.5874"
PZM1_TT	4953026.681	598454.261	146.294	44°43'25.8794"	10°14'35.5876"
PZM2	4953017.568	598450.539	145.975	44°43'25.5859"	10°14'35.4121"
PZM2_TT	4953017.508	598450.475	146.126	44°43'25.5840"	10°14'35.4092"
PZM3	4953040.092	598449.385	146.197	44°43'26.3163"	10°14'35.3753"
PZM3_TT	4953040.005	598449.415	146.359	44°43'26.3134"	10°14'35.3766"

**CAMPO PROVA DI VALLE**

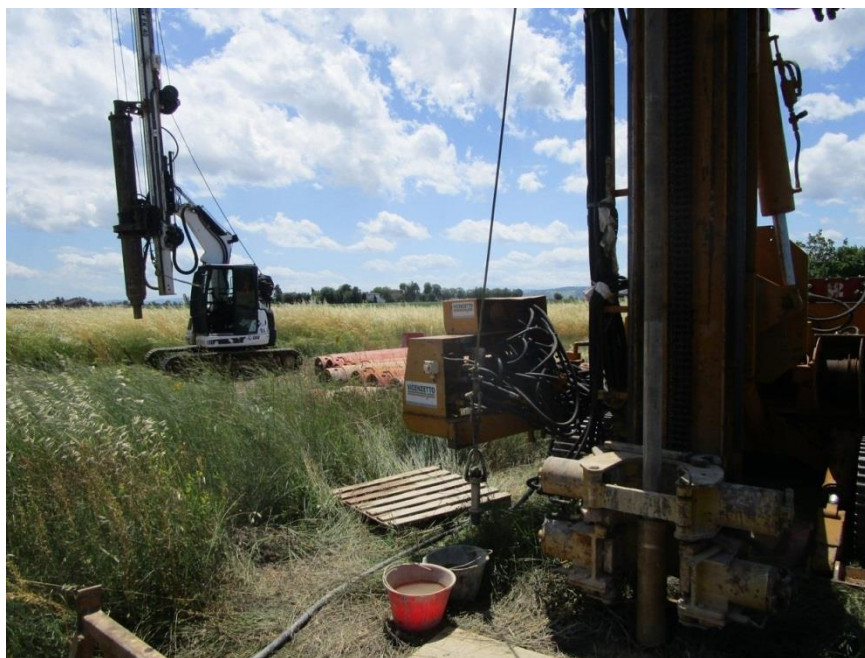
SIGLA	Y	X	Z (m slm)	Nord	Est
POZZOV	4953993.726	599124.287	131.916	44°43'56.8797"	10°15'06.7147"
POZZOV_TT	4953993.797	599124.110	132.331	44°43'56.8821"	10°15'06.7067"
PZ1V	4953985.037	599116.650	132.142	44°43'56.6020"	10°15'06.3615"
PZ1V_TT	4953985.052	599116.690	132.177	44°43'56.6024"	10°15'06.3633"
PZ2V	4953976.801	599109.325	132.328	44°43'56.3387"	10°15'06.0228"
PZ2V_TT	4953976.790	599109.360	132.425	44°43'56.3384"	10°15'06.0243"
PZ3V	4953999.521	599116.261	132.040	44°43'57.0714"	10°15'06.3539"

Riportiamo di seguito le foto delle due postazioni e dell'attrezzatura impiegata



*Postazione pozzo di monte*





*Postazione pozzo di valle*

### **5.1 Perforazione dei pozzi**

Secondo quanto riportato nella proposta tecnica i pozzi sono stati eseguiti mediante perforazione a rotazione a secco con colonna di manovra a giunti rapidi.

Tale metodologia, rispetto ai classici sistemi (percussione, rotazione a circolazione di fanghi o aria), offre diversi vantaggi in materia di sicurezza per gli operatori e di sicurezza ambientale (non si usano fanghi bentonitici o polimerici). La perforazione a rotazione a secco comporta che l'estrazione dei materiali perforati avvenga mediante bucket o elica, senza impiegare alcun tipo di fluido di perforazione, ciò permette una facile interpretazione della stratigrafia e, non producendo alterazioni del terreno di scavo, facilita la fase di sviluppo e spurgo aumentando quindi, a parità di condizioni, la resa del pozzo.

Per il sostegno del foro sono state utilizzate colonne di manovra con giunto rapido, azionate da apposita morsa idraulica, aventi un diametro di 600 mm, e infisse fino a fondo foro (12.50 m nel pozzo M e 22.50 m nel pozzo V).



*Attrezzatura per pozzi con i tubi di rivestimento provvisorio da 600 mm*

Il rivestimento definitivo del pozzo è stato eseguito con tubi in PVC, filettati maschio-femmina, aventi diametro esterno di mm 186 x 7 mm di spessore.

La tubazione era munita di appositi centralizzatori per renderla concentrica al perforo e completa di apposito fondello.



*Tubazione definitiva con centralizzatori*

Nel tratto produttivo sono stati posti in opera tubi finestrati del tipo microfessurato con luci 1,5 mm. Nel vano anulare ricavato tra il diametro di perforazione ed il rivestimento definitivo, è stato immesso ghiaietto lavato e vagliato di granulometria compresa tra 3 e 5 mm.



Il tappo impermeabile superficiale è stato eseguito mediante impiego di compactonit e miscela di cemento e bentonite.

Lo spurgo è stato effettuato, mediante pistonaggio e con l'impiego di una pompa sommersa azionata da un gruppo elettrogeno, innalzando e abbassando repentinamente il livello statico nel pozzo stesso, e successivamente procedendo con l'emungimento prossimo alla portata critica protratto, in ciascun pozzo, per circa 20 ore.



*Spurgo del pozzo con pompa sommersa, contaltri e gruppo elettrogeno*

## 5.2 Perforazione dei piezometri

I piezometri sono stati eseguiti con una sonda di perforazione per sondaggi geognostici. Come previsto nella proposta tecnica i piezometri Pz3V e Pz3M sono stati eseguiti a carotaggio continuo per definire con precisione le profondità dei tratti filtranti. Gli altri piezometri sono stati eseguiti a distruzione di nucleo. Al termine della perforazione sono stati installati tubi di PVC di diametro 2 “.



*Sonda di perforazione per l'esecuzione dei piezometri*

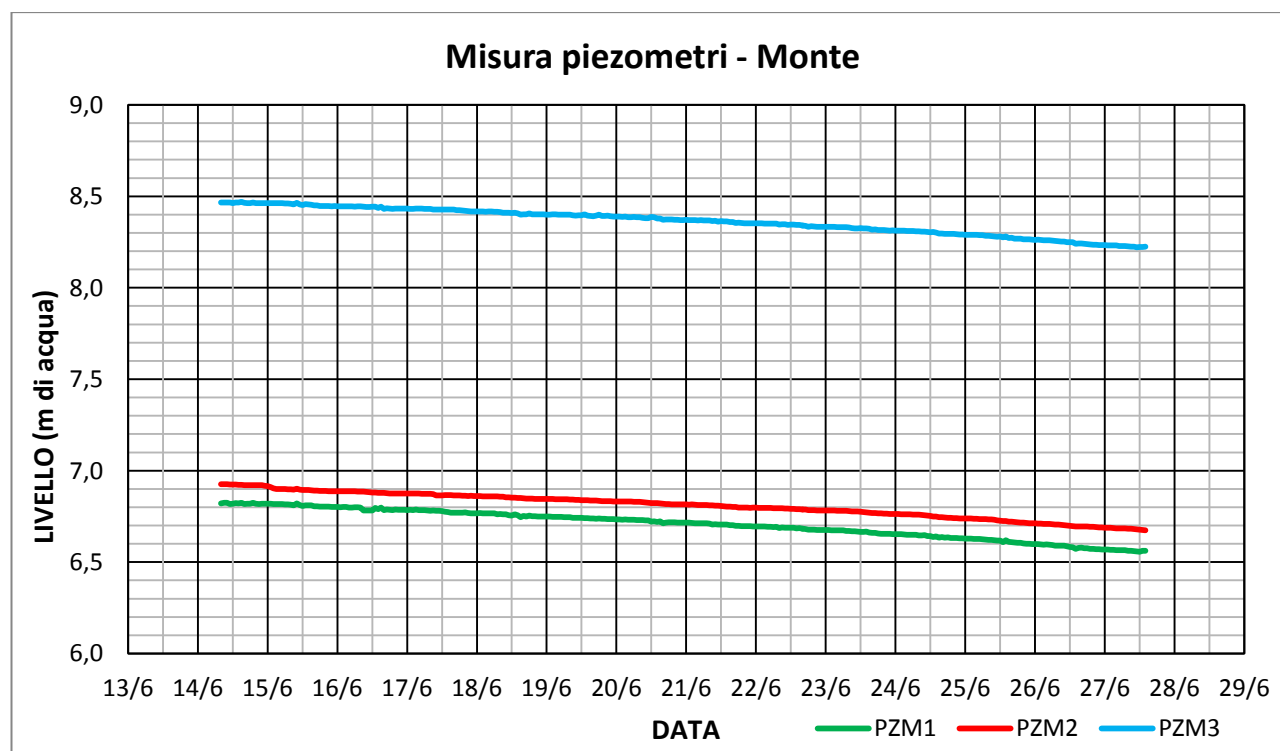
### 5.3 Prove di emungimento

Nei due campi prova (di valle e di monte) sono state eseguite le prove di emungimento secondo la seguente sequenza:

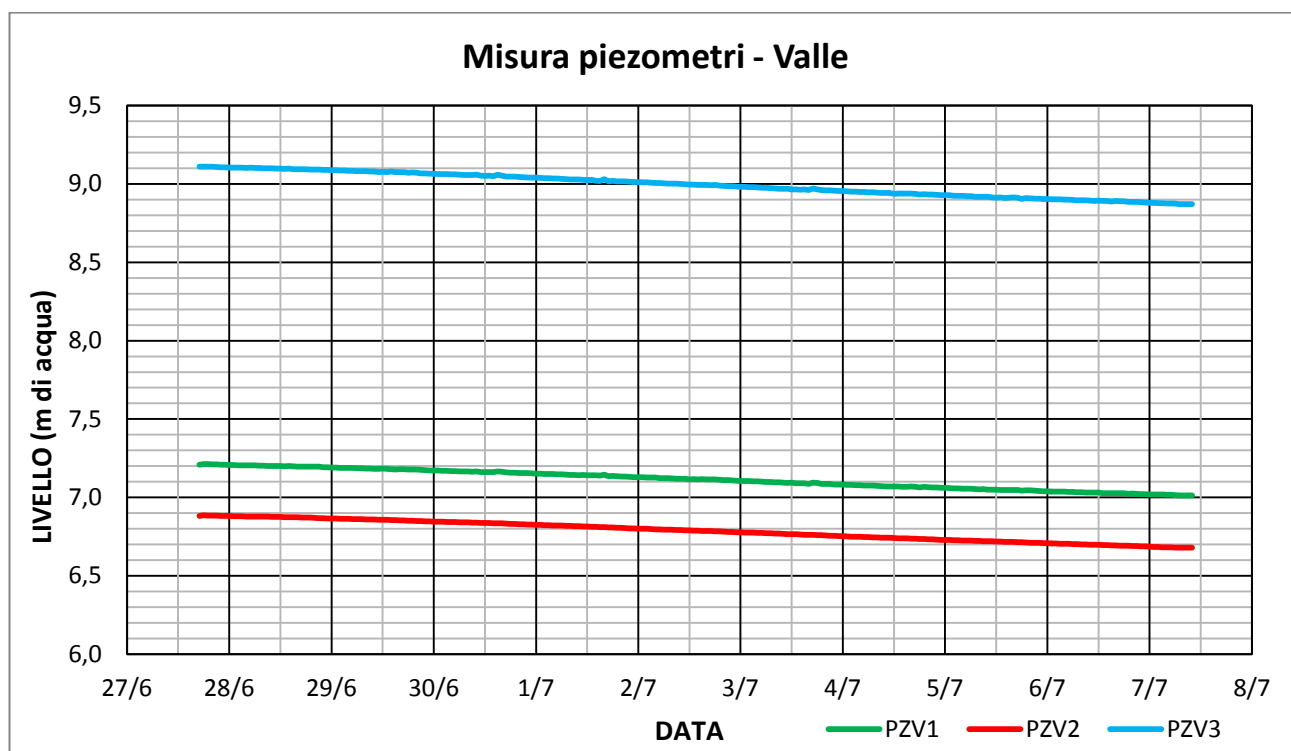
- Misura oraria del livello di falda, tramite trasduttori elettrici, per circa 7 giorni prima di iniziare le prove di emungimento
- Verifica della funzionalità dei singoli piezometri mediante prove di permeabilità tipo slug test, realizzate utilizzando i trasduttori elettrici con tempo di acquisizione 1 sec.
- Esecuzione, successivamente alla fase di spurgo, di una prova preliminare per verificare le potenzialità del pozzo
- Esecuzione della prova di emungimento a gradini
- Misura della risalita della falda
- Esecuzione della prova a portata costante protratta per il tempo necessario al raggiungimento di condizioni stabili dei livelli di falda nel pozzo e nei piezometri
- Misura della risalita della falda.

Le prove sono state eseguite impiegando l'attrezzatura di seguito descritta.

- Pompa sommersa Caprari di diametro 4" con portata massima 400 l e prevalenza 20 m.
- Contalitri Woltmann ABB Helix DN 50, con saracinesca di precisione con "volantino"
- Trasduttori di pressione STS completi di data logger, posizionati nel pozzo e nei piezometri per misurare e registrare, con frequenza di acquisizione fino ad 1 sec, i livelli dinamici della falda
- Cronometro, freattimetro manuale



*Misura del livello di falda prima delle prove di emungimento –campo prova Monte*



*Misura del livello di falda prima delle prove di emungimento –campo prova Valle*



*Prove di emungimento nel campo prova di monte (a sinistra) e di valle*

Durante l'esecuzione delle prove i dati acquisiti dai sensori sono stati controllati con misure manuali per mezzo del freatimetro elettrico-

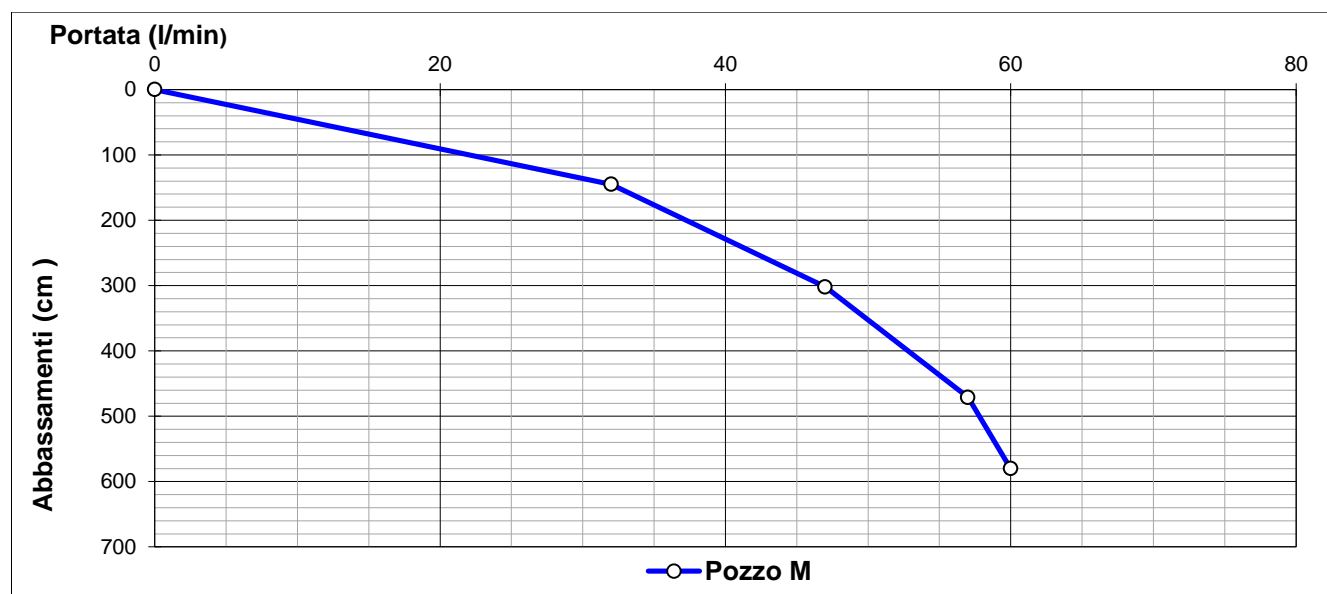
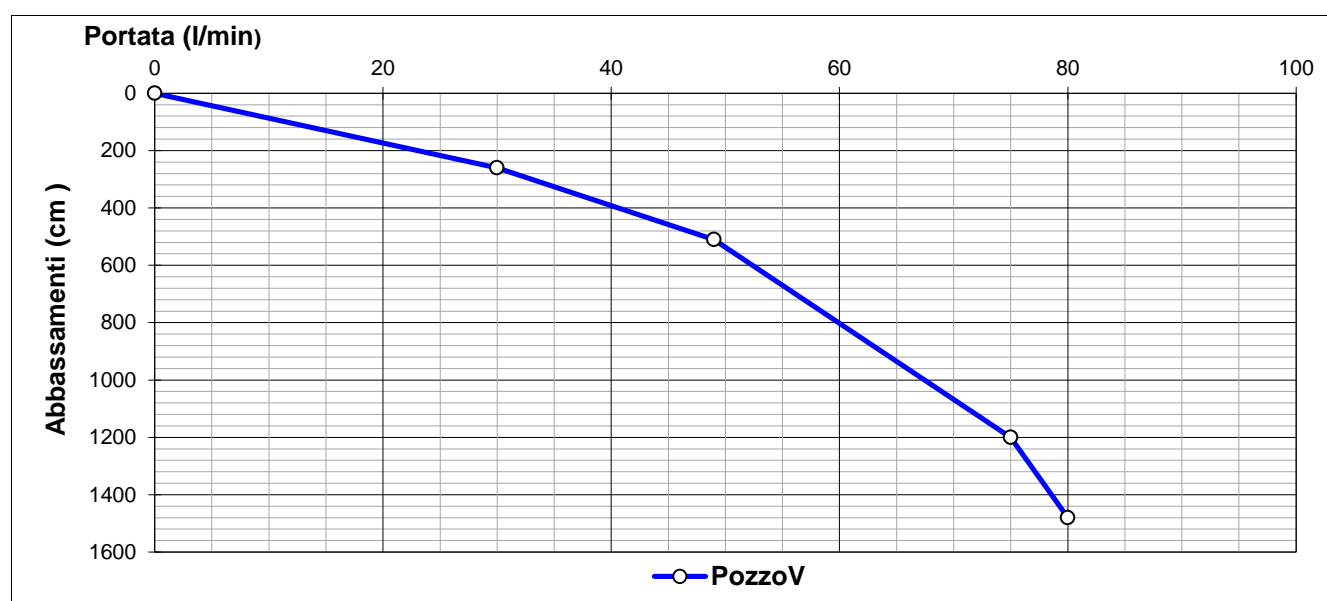
La portata veniva regolarmente controllata annotando i valori misurati dal contaltri e il tempo corrispondente con il cronometro. Il contaltri era stato precedentemente tarato utilizzando una vasca di volume 1 m<sup>3</sup>.



Nel pozzo di monte è stata eseguita una prova a portata costante con una durata di circa 10 ore. Nel pozzo di valle la prova a portata costante è stata eseguita due volte in quanto nella prima prova, per un problema alla saracinesca di regolazione della portata della pompa, è stato necessario modificare la portata iniziale costante al fine di impedire lo svuotamento del pozzo.

La verifica della funzionalità dei piezometri è stata eseguita con prove tipo slug test in abbassamento, ovvero riempiendo velocemente il tubo piezometrico e misurando la velocità di abbassamento dell'acqua nel tubo mediante i trasduttori di pressione predisposti con tempo di acquisizione 1 secondo.

I risultati delle prove eseguite sono riportati nei certificati in allegato D.



*Curve caratteristiche dei due pozzi di valle e di monte*

## 6) INDAGINI GEOFISICHE

Secondo quanto previsto nel capitolato tecnico, nella zona di valle della cassa di espansione in progetto, è stata eseguita un'indagine geofisica con tecnologia MASW 1D e MASW 2D, consistente in 27 stendimenti sismici per un totale di 1480 metri.

In corrispondenza dei due campi prova, come riportato nella proposta tecnica migliorativa, sono stati inoltre eseguiti 4 stendimenti di geoelettrica, i cui elaborati sono in allegato E1.

L'area oggetto di studio è di seguito riportata



### 6.1 Indagine geoelettrica

La metodologia generalmente definita “geoelettrica” rappresenta uno dei metodi geofisici più utilizzati per la caratterizzazione dei materiali del sottosuolo.



Il parametro di base è la resistività elettrica, proprietà fisica che esprime la “resistenza” che i materiali offrono al passaggio della corrente. Le misure geoelettriche consentono quindi, studiando le deformazioni del flusso di corrente causate dalle diverse strutture nel sottosuolo, di caratterizzare le strutture stesse e ricostruirne la distribuzione spaziale.

La resistività delle diverse formazioni geologiche è determinata essenzialmente dai seguenti fattori:

- porosità (forma, dimensione e continuità dei pori);
- percentuale di contenuto d’acqua dei pori;
- salinità del liquido di saturazione dei pori;
- presenza di matrice a granulometria fine;
- conducibilità intrinseca dei minerali di base.

È pertanto evidente che i materiali più addensati e/o grossolani presentano valori di resistività più elevati, mentre i materiali più disaggregati e/o fini associati a presenza d’acqua, hanno una resistività inferiore. La resistività è comunque una proprietà assai variabile, anche all’interno della stessa formazione: ciò è particolarmente vero per i materiali poco consolidati prossimi alla superficie, come detriti e regolite. Di seguito riportiamo valori indicativi di resistività per i tipi di terreni e rocce più comuni.

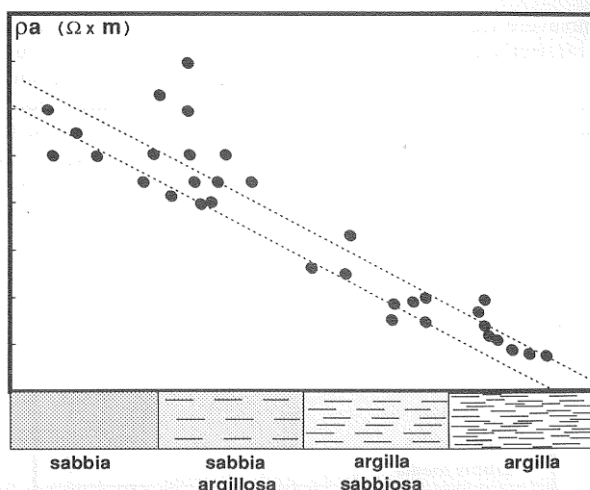
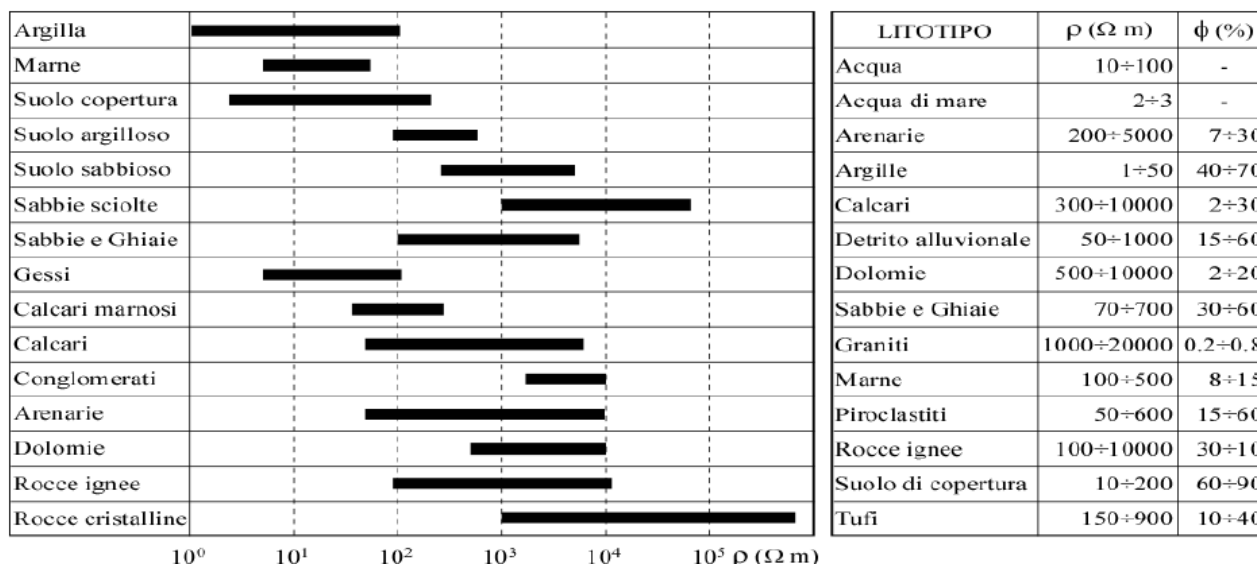


Figura 1.8 — Relazione sperimentale tra resistività elettrica di varie formazioni alluvionali recenti e le loro caratteristiche granulometriche (da Biella et al., 1979).

MATERIALE	INTERVALLO DI RESISTIVITÀ
Arenaria	$60 - 10^4 \Omega m$
Argilla	$1 - 120 \Omega m$
Sabbia	$100 - 1000 \Omega m$
Limo	$10 - 800 \Omega m$
Ghiaia	$100 - 5000 \Omega m$
Calcare	$100 - 5000 \Omega m$
Basalto	$10 - 10^5 \Omega m$
Marmo	$100 - 10^8 \Omega m$
Granito	$100 - 10^6 \Omega m$



Come accennato, la misura del valore di resistività elettrica dei materiali si realizza creando un campo elettrico artificiale nel mezzo da indagare e studiandone la distribuzione nel sottosuolo (dispositivo quadripolare). Generalmente i dispositivi sono simmetrici rispetto ad un punto centrale O al quale si riferisce il valore misurato.



Elettrodi utilizzati per l'acquisizione geoelettrica



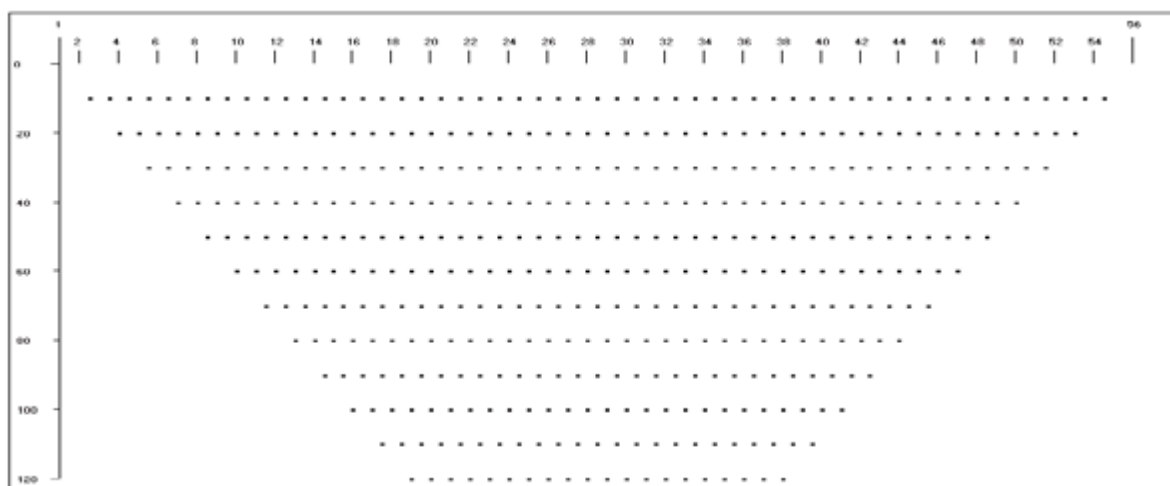
La coppia di elettrodi attraverso la quale si immette corrente nel terreno è denominata C1-C2 o A-B, mentre la coppia attraverso la quale si misura la differenza di potenziale generata nel terreno stesso dal passaggio della corrente è chiamata P1-P2 o M-N.

Si misurano così le variazioni del campo elettrico, indotte dalle eterogeneità litologiche presenti nel sottosuolo. Queste variazioni sono più o meno marcate in funzione del contrasto di resistività elettrica esistente tra mezzi con caratteristiche differenti.

La distribuzione della corrente in profondità e quindi la profondità dell'esplorazione è essenzialmente legata alla distanza tra i due elettrodi C1 e C2 ed alle caratteristiche intrinseche del mezzo esplorato. La scelta del dispositivo più opportuno è legata alle condizioni dell'area da indagare sia in termini strutturali sia di rapporto segnale-rumore.

Dalla misura dell'intensità di corrente che fluisce tra gli elettrodi C1-C2 e della differenza di potenziale tra gli elettrodi P1-P2 è possibile calcolare la resistività apparente e riferirla generalmente al centro del quadripolo ad una profondità che è funzione della distanza C1-C2.

L'acquisizione tomografica consiste quindi nella misura dei valori di resistività in corrispondenza di un elevato numero di punti lungo la sezione d'indagine.

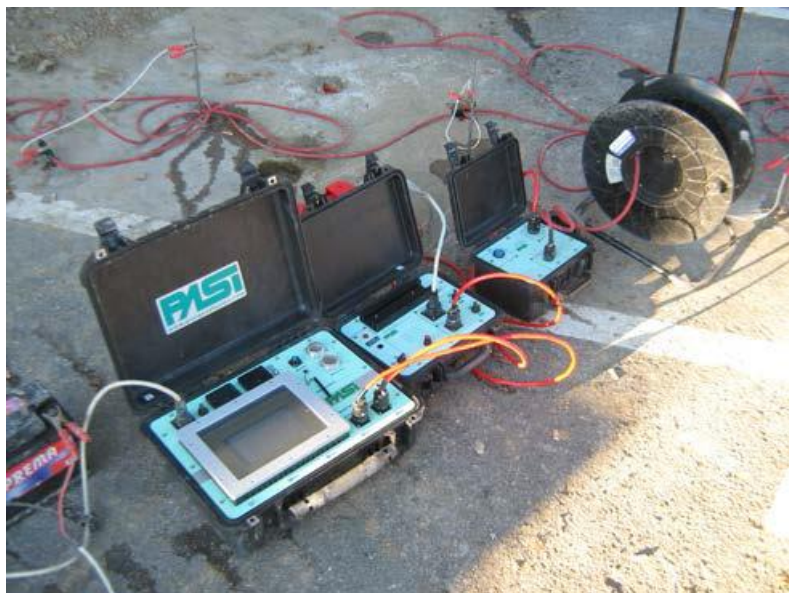


*Tomografia elettrica – Schema misure.*

La densità dei punti consente di ricostruire con estremo dettaglio, anche tramite l'applicazione di algoritmi di calcolo bidimensionali, la sezione definendo in particolare gli effetti delle variazioni laterali e quindi ricostruendo una rappresentazione finale maggiormente corrispondente alla situazione reale.

L'acquisizione dei dati è stata condotta con l'utilizzo di una centralina PASI modello 16SG24 N ed energizzatore PASI P-300T (vedi figura)

Lo strumento, dopo aver indicato la posizione di ciascun picchetto, inizia a gestire i vari elettrodi, trasformandoli di volta in volta in elettrodi di misura o di corrente fino a completare il sondaggio.



*Strumentazione per tomografia elettrica*

I valori via via acquisiti vengono riportati in tabelle ed in caso di necessità ogni singola acquisizione può essere ripetuta. Le acquisizioni possono anche essere visualizzate in un diagramma semilogaritmico C1C2/2-resistività apparente permettendo in questo modo un primo controllo diretto sulla qualità dell'acquisizione e la presenza di eventuali anomalie.

È stato scelto di misurare la resistività apparente secondo lo stendimento Wenner-Schlumberger che consiste nella combinazione degli stendimenti Wenner e Schlumberger. L'elaborazione dei dati è stata eseguita con il programma RES2DINVx64 ver. 4.05.

Le caratteristiche dei 4 stendimenti di geoelettrica, due eseguiti nel campo di monte e due a valle, sono riportate nella tabella seguente, mentre i risultati dell'indagine geoelettrica sono riportati in allegato E1.

Sezione n.°	Zona	n.°elettrodi	Passo elettrodi (m.)	Lunghezza stendimento	Data esecuzione
Sezione 1	Monte	32	3,00 m	92,40 m.	22/06/2016
Sezione 2	Monte	32	3,00 m	92,83 m.	22/06/2016
Sezione 1	Valle	32	3,00 m	92,40 m.	22/06/2016
Sezione 2	Valle	32	3,00 m	92,70 m.	22/06/2016



## 6.2 Indagine sismica tipo MASW 1D

L'indagine sismica condotta secondo la metodologia MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Wave*, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999), consente di caratterizzare la risposta del sito in esame, ovvero di ricostruire la geometria delle unità litotecniche (definire gli spessori delle coperture e delle principali unità litotecniche,) e di caratterizzare con la velocità delle onde S, le unità litologico-tecniche.

Il MASW (Park et al., 1999) è stato sviluppato in parte per superare le difficoltà dell'applicazione del SASW in ambienti rumorosi. La tecnica che prevede la registrazione simultanea (in questo caso l'energizzazione è prodotta da una massa battente di almeno 8-10 Kg) di 12 o più canali (separati da 0,5m a 10m), fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità.

Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere e evidenziare, durante l'analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un'elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie). Una particolare analisi spettrale, "overtone analysis", produce un grafico Velocità di fase-frequenza in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie da cui ricavare la curva di dispersione ed il profilo delle Vs per successiva inversione 1-D.

La tecnica permette inoltre di eseguire misure ripetute spostandosi nella direzione di allineamento per risalire ad un profilo bidimensionale che evidenzia le variazioni laterali delle Vs. Queste fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (Vs). La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore Vs30 (valore medio della Vs nei primi 30 m. di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

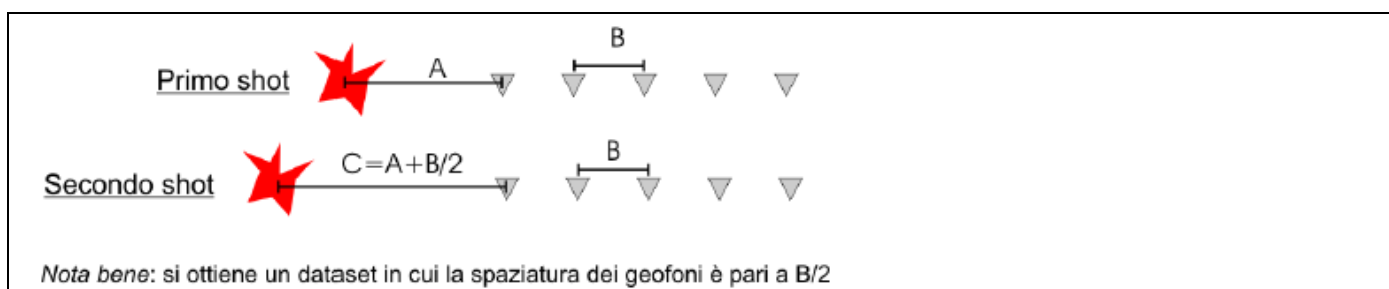
in cui Vs<sub>i</sub> e h<sub>i</sub> sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato.

### Strumentazione impiegata

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 12 canali (PASI 16SG12) collegata a geofoni verticali a frequenza propria di 4,5 Hz, con passo di campionamento di 0,25 ms. con durata acquisizione di 1 sec. Dato l'utilizzo di un sismografo a 12 canali è stata effettuata una doppia acquisizione e i due dataset (da

12 tracce ciascuna) sono state sommate per ottenere un unico dataset che “simula” un’acquisizione a 24 tracce.

Per ottenere questo risultato la sorgente è stata spostata (allontanata) di una lunghezza pari a metà della distanza intergeofonica (ed i geofoni restano immobili), come di seguito riportato.



*Metodo per la somma di una dataset*

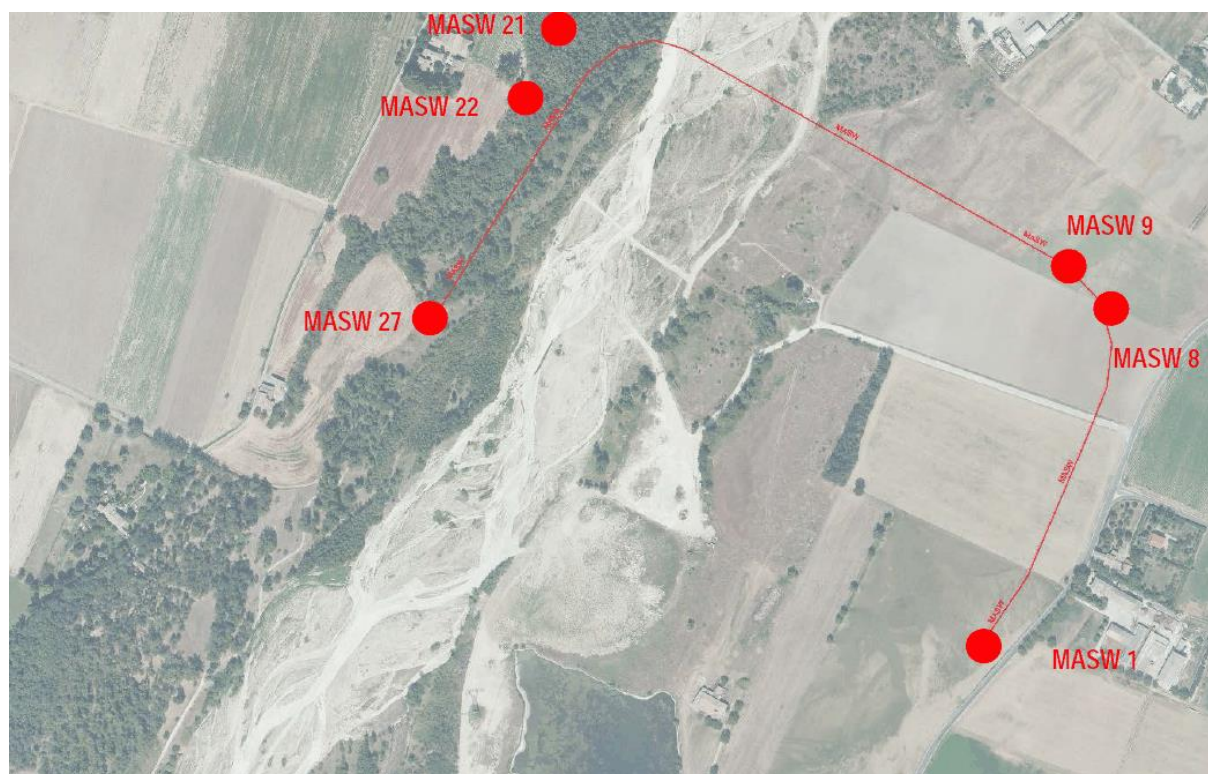
L’energizzazione è stata effettuata con una massa battente (martello) da 10 kg.

### Caratterizzazione sismica

Nei giorni 25 - 28 Luglio 2016 sono stati eseguiti 27 profili MASW a 12 canali con una lunghezza totale di 1.480,00 metri, con interasse dei canali pari a 5,00 metri. L’energizzazione è stata realizzata a distanze di -15,00 m., -17,50 m., -20,00 m., -22,50 m. e -25,00 m. dal primo geofono.

L’ubicazione degli stendimenti è riportata nella foto seguente.





Ubicazione stendimento MASW

Il valore di **Vs30** calcolato per ogni singola MASW è riportata nella tabella sottostante. Tutti i valori di Vs30 registrati ricadono nella categoria di suolo B.

Con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008) il sito in esame rientra quindi nella **categoria B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

N.° MASW	Vs30	Categoria di suolo
MASW 1	454 m/s	B
MASW 2	426 m/s	B
MASW 3	531 m/s	B
MASW 4	512 m/s	B
MASW 5	448 m/s	B
MASW 6	510 m/s	B
MASW 7	481 m/s	B
MASW 8	496 m/s	B
MASW 9	474 m/s	B
MASW 10	505 m/s	B
MASW 11	406 m/s	B
MASW 12	484 m/s	B

N.° MASW	Vs30	Categoria di suolo
MASW 13	465 m/s	B
MASW 14	450 m/s	B
MASW 15	508 m/s	B
MASW 16	502 m/s	B
MASW 17	493 m/s	B
MASW 18	519 m/s	B
MASW 19	534 m/s	B
MASW 20	474 m/s	B
MASW 21	485 m/s	B
MASW 22	472 m/s	B
MASW 23	484 m/s	B
MASW 24	519 m/s	B
MASW 25	517 m/s	B
MASW 26	498 m/s	B
MASW 27	549 m/s	B

I risultati di ogni singola prova Masw 1D sono elencati in appendice 1.

### 6.3 Indagine sismica tipo MASW 2D

La prospezione geosismica attiva di superficie di tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves), viene utilizzata per la determinazione del profilo di velocità delle onde di taglio (Vs) e del parametro Vs30 (velocità media delle onde di taglio nei primi 30 metri sotto il p.c.), attraverso il rilevamento delle onde di tipo Rayleigh, tramite stendimento di 12 o 24 geofoni-ricevitori o accelerometri allineati, disposti con distanza intergeofonica non superiore a 5 metri.

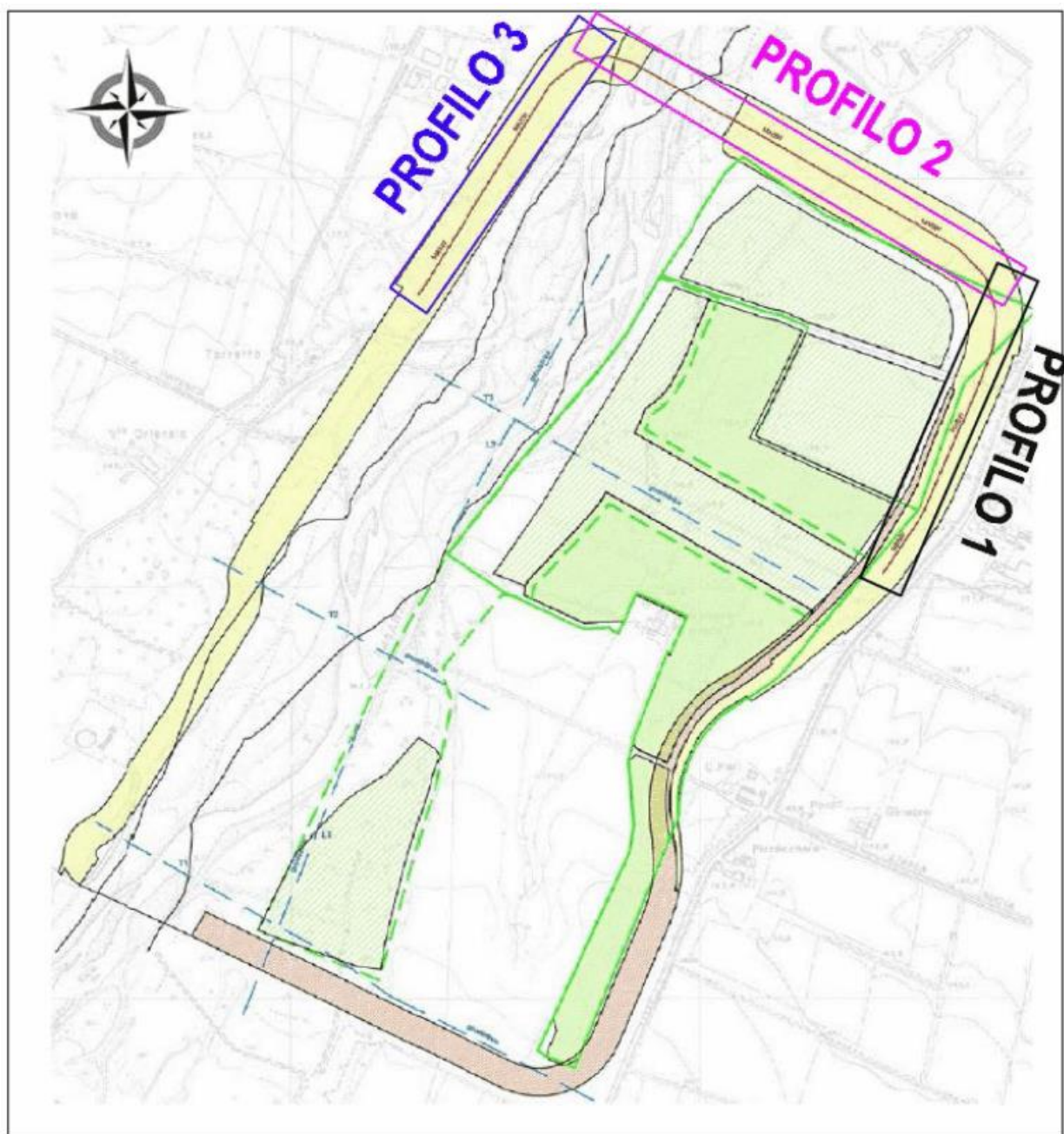
Con tale metodologia vengono determinate le curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh, generate con idonei sistemi di energizzazione e registrate con 12 o 24 geofoni verticali disposti secondo geometria lineare ed offset a distanza non inferiore a tre volte il C-spacing e wave number, aventi diverso periodo di oscillazione (10 Hz, 4,5 Hz).

Dopo aver acquisito i profili verticali 1D di Vs si esegue la ricostruzione della sezione (modello 2D) delle VS dei terreni con approccio multicanale (con almeno due acquisizioni dei segnali, ovvero uno spostamento lungo la linea dello stendimento).

Per coprire l'intera zona sono stati creati 3 profili (sezioni). I risultati sono riportati in allegato E2.

Di seguito si riporta l'ubicazione dei profili in MASW 2D





*Ubicazione profili MASW 2D*

## 7) PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Le prove sono state eseguite nel rispetto delle specifiche tecniche contrattuali e dei programmi di prova ricevuti dai progettisti. I certificati delle prove eseguite sono riportati in allegato C.

Facendo riferimento al programma concordato, sui campioni prelevati sono state condotte le seguenti prove geotecniche di laboratorio:

- apertura campioni indisturbati e successiva descrizione geotecnica visivo-manuale del materiale campionato condotta in accordo allo standard ASTM D2488. Si è proceduto, ove possibile, alla esecuzione di prove speditive con penetrometro e scissometro tascabile per la determinazione dello stato di consistenza del materiale campionato;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-1;
- determinazione della massa volumica apparente o peso dell'unità di volume naturale secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-2;
- determinazione dei limiti di consistenza – limite di liquidità, limite di plasticità e indicazione dell'indice di plasticità – in accordo alle metodologie standard previste dalla norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 e della norma ASTM D 4318;
- analisi granulometrica per vagliatura meccanica con setacci della serie ISO 3310 condotta secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-4;
- analisi granulometrica per sedimentazione sulla frazione passante al setaccio ASTM n° 200 con l'utilizzo di un densimetro opportunamente tarato e di un agente disperdente costituito da una soluzione di esametafosfato di sodio e carbonato di sodio come previsto nella norma UNI CEN ISO/TS 17892-4;
- determinazione della massa volumica reale o peso specifico assoluto dei grani in accordo con la norma UNI CEN ISO/TS 17892-3;
- prova di compressione edometrica ad incrementi di carico controllati (IL) su provino circolare avente diametro pari a 70 mm e altezza iniziale pari a 20 mm condotta secondo quanto previsto dalla norma ASTM D2435.
- prova di compressione monoassiale ad espansione laterale libera (ELL) su provino circolare avente diametro non inferiore a 35 mm e rapporto altezza/diametro compreso tra 2 e 2.5 in accordo con la norma UNI CEN ISO/TS 17892-7 ;
- prova di taglio diretto consolidata – drenata con misura della resistenza massima condotta su provini a sezione quadrata di lato pari a 60 mm e rapporto lato/altezza compreso tra 2 e 3 in accordo allo standard UNI CEN ISO/TS 17892-10.
- prova triassiale ciclica TXC condotta secondo la norma ASTM D5311
- prova di colonna risonante condotta su provini cilindrici aventi diametro esterno pari a 50 mm in accordo con la norma ASTM D 4015
- Prova di costipamento AASHTO Standard, secondo norma ASTM D698

Di seguito si riporta un riepilogo delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi con sigla "SIG".

<b>Sondaggio</b>	SIG 1	<b>Campione</b>	A	<b>Profondità</b>	18,20 - 18,70
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

<b>Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza</b>					
<b>a)</b>	Spessore (mm)	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante rari elementi di ghiaia e granuli sabbiosi			
	460	Pen. (kPa)	140 - 150	Pen. (kPa)	120 - 140
		Tor. (kPa)	62	Tor. (kPa)	50

  
**Prove eseguite**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 1	<b>Campione</b>	B	<b>Profondità</b>	30,00 - 30,50
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

<b>Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza</b>					
<b>a)</b>	Spessore (mm)	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante rari noduli calcarei			
	500	Pen. (kPa)	140 - 150	Pen. (kPa)	120 - 140
		Tor. (kPa)	62	Tor. (kPa)	50

  
**Prove eseguite**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input checked="" type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input checked="" type="checkbox"/>



<b>Sondaggio</b>	SIG 1	<b>Campione</b>	C	<b>Profondità</b>	32,60 - 33,10
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza					
<b>a)</b>	Spessore (mm)	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante rari noduli calcarei			
	500	Pen. (kPa)	160 - 170	Pen. (kPa)	180 - 210
		Tor. (kPa)	85	Tor. (kPa)	83

  
**Prove eseguite**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input checked="" type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 1	<b>Campione</b>	D	<b>Profondità</b>	34,90 - 35,40
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza					
<b>a)</b>	Spessore (mm)	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante numerosi noduli calcarei			
	480	Pen. (kPa)	210 - 220	Pen. (kPa)	290 - 310
		Tor. (kPa)	>100	Tor. (kPa)	>100

  
**Prove eseguite**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 1	<b>Campione</b>	E	<b>Profondità</b>	42,20 - 42,70
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza					
<b>a)</b>	Spessore (mm)	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante noduli calcarei			
	490	Pen. (kPa)	130 - 150	Pen. (kPa)	130-150
		Tor. (kPa)	52	Tor. (kPa)	57

<b>Prove eseguite</b>			
Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 2	<b>Campione</b>	A	<b>Profondità</b>	24,55 - 25,00
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza					
<b>a)</b>	Spessore (mm)	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante rari elementi di ghiaia e granuli sabbiosi			
	420	Pen. (kPa)	200 - 210	Pen. (kPa)	180 - 200
		Tor. (kPa)	90	Tor. (kPa)	88

<b>Prove eseguite</b>			
Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale UU	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CID	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 3	<b>Campione</b>	A	<b>Profondità</b>	14,40 - 15,00
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza					
<b>a)</b>	Spessore (mm)	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante numerose concrezioni calcaree			
	610	Pen. (kPa)	220 - 230	Pen. (kPa)	220 - 240
		Tor. (kPa)	>100	Tor. (kPa)	>100

  
**Prove eseguite**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 3	<b>Campione</b>	B	<b>Profondità</b>	18,50 - 18,90
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza					
<b>a)</b>	Spessore (mm)	Argilla debolmente limosa nocciola con striature nerastre inglobante numerose concrezioni calcaree			
	420	Pen. (kPa)	330 - 350	Pen. (kPa)	340 - 350
		Tor. (kPa)	>100	Tor. (kPa)	>100

  
**Prove eseguite**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input checked="" type="checkbox"/>



<b>Sondaggio</b>	SIG 3	<b>Campione</b>	C	<b>Profondità</b>	20,20 - 20,60
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza			
a)	Spessore (mm)	Argilla debolmente limosa nocciola con punti nerastr inglobante concrezioni calcaree	
	350	Pen. (kPa) 260 - 280	Pen. (kPa) 290 - 320
		Tor. (kPa) >100	Tor. (kPa) >100

  
**Prove eseguite**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input checked="" type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 3	<b>Campione</b>	D	<b>Profondità</b>	24,00 - 24,60
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza			
a)	Spessore (mm)	Argilla limosa sabbiosa nocciola	
	620	Pen. (kPa) 260 - 280	Pen. (kPa) 290 - 320
		Tor. (kPa) >100	Tor. (kPa) >100

  
**Prove eseguite**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input checked="" type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 3	<b>Campione</b>	E	<b>Profondità</b>	32,00 -32,60
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	--------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza			
<b>a)</b> Spessore (mm) 510	Argilla limosa nocciola inglobante granuli sabbiosi		
	Pen. (kPa)	210 -230	Pen. (kPa) 230 - 250
	Tor. (kPa)	>100	Tor. (kPa) >100

<b>Prove eseguite</b>			
Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 3	<b>Campione</b>	F	<b>Profondità</b>	40,00 - 40,50
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

**Schema campione**

**Alto**

a)

b)

c)

**Basso**

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza			
<b>a)</b>	Argilla limosa sabbiosa nocciola con rare lenti marro-nocciola		
Spessore (mm)			
200			
	Pen. (kPa) 150 - 180	Tor. (kPa) 70	
<b>b)</b>	Argilla limosa sabbiosa nocciola inglobante rare concrezioni calcaree		
Spessore (mm)			
290			
	Pen. (kPa) 190 - 210	Tor. (kPa) 76	
<b>c)</b>	Argilla limosa marron-nocciola		
Spessore (mm)			
60			
	Pen. (kPa) 150 - 160	Tor. (kPa) 75	

**Prove eseguite - strato (b)**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>

<b>Sondaggio</b>	SIG 4	<b>Campione</b>	A	<b>Profondità</b>	14,20 - 14,80
------------------	-------	-----------------	---	-------------------	---------------

Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza			
<b>a)</b>	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante numerosi piccoli noduli calcarei		
Spessore (mm)			
540			
	Pen. (kPa) 110 - 120	Pen. (kPa) 80 - 90	
	Tor. (kPa) 44	Tor. (kPa) 35	

**Prove eseguite**

Contenuto naturale d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati	<input checked="" type="checkbox"/>
Peso dell'unità di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max	<input type="checkbox"/>
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua	<input type="checkbox"/>
Peso specifico assoluto dei grani	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica	<input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
Prova di compressione con espansione laterale libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante	<input type="checkbox"/>



<b>Sondaggio</b>	SIG 4	<b>Campione</b>	B	<b>Profondità</b>	17,00 - 17,60								
<b>Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza</b>													
<b>a)</b> Spessore (mm) 540		Argilla debolmente limosa nocciola inglobante numerosi piccoli noduli calcarei  <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">Pen. (kPa)</td> <td style="width: 25%;">130 - 180</td> <td style="width: 15%;">Pen. (kPa)</td> <td style="width: 25%;">100 - 110</td> </tr> <tr> <td>Tor. (kPa)</td> <td>56</td> <td>Tor. (kPa)</td> <td>45</td> </tr> </table>				Pen. (kPa)	130 - 180	Pen. (kPa)	100 - 110	Tor. (kPa)	56	Tor. (kPa)	45
Pen. (kPa)	130 - 180	Pen. (kPa)	100 - 110										
Tor. (kPa)	56	Tor. (kPa)	45										
<b>Prove eseguite</b>													
Contenuto naturale d'acqua		<input checked="" type="checkbox"/>	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati		<input type="checkbox"/>								
Peso dell'unità di volume		<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza max		<input checked="" type="checkbox"/>								
Limiti di Atterberg		<input checked="" type="checkbox"/>	Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua		<input type="checkbox"/>								
Peso specifico assoluto dei grani		<input type="checkbox"/>	Prova di taglio anulare		<input type="checkbox"/>								
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica		<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale ciclica		<input type="checkbox"/>								
Analisi granulometrica per sedimentazione		<input checked="" type="checkbox"/>	Prova triassiale CIU		<input type="checkbox"/>								
Prova di compressione con espansione laterale libera		<input type="checkbox"/>	Prova in colonna risonante		<input type="checkbox"/>								

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove previste
SIG 1	1	8,50 - 8,80	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa nocciola	Wn-LL-γ-GR-GRs
	3	15,40 - 15,60	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa limoso-argillosa nocciola	Wn-LL-γ-GR
	5	20,50 - 20,70	Argilla limosa nocciola mista a ghiaia e sabbia	Wn-LL-γ-GR-GRs

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove previste
SIG 2	1	7,00 - 7,30	Ghiaia ben gradata, sabbiosa, argillosa-limosa nocciola	Wn-LL-γ-GR
	3	18,50 - 18,70	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa marron-nocciola	Wn-LL-γ-GR-GRs
	5	32,00 - 32,30	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa marron-nocciola	Wn-LL-γ-GR-GRs

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove previste
SIG 3	1	5,00 - 5,40	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	3	16,20 - 16,50	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa mista ad argilla limosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	5	29,00 - 29,30	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	7	42,30 - 42,60	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante piccoli noduli calcarei e punti nerastri	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove previste
SIG 4	1	7,50 - 7,80	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	4	26,60 - 26,90	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	5	34,00 - 34,30	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa limoso-argillosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR

Di seguito si riporta un riepilogo delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi con sigla "SMC".

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove previste
SMC 2	1	4,50 - 4,70	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	3	11,00 - 11,20	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante rari piccoli noduli calcarei e punti nerastri	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove previste
SMC 3	3	18,00 - 18,30	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR
	4	23,30 - 23,50	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante rari piccoli noduli calcarei e punti nerastri	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove previste
SMC 4	2	11,00 - 11,20	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	3	15,20 - 15,40	Argilla limosa sabbiosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove previste
SMC 5	1	6,00 - 6,30	Argilla debolmente limosa nocciola inglobante elementi di ghiaia e granuli sabbiosi	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	2	12,00 - 12,30	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	3	14,50 - 14,70	Argilla debolmente limosa nocciola con striature nerastre	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	4	17,00 - 17,20	Argilla debolmente limosa nocciola con striature nerastre	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs



Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove previste
SMC 6	1	4,00 - 4,30	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa limosa nocciola	Wn- $\gamma$ -GR
	2	5,50 - 5,70	Argilla debolmente limosa marron con striature nerastre, inglobante elementi di ghiaia e granuli sabbiosi	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	3	8,00 - 8,30	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa, nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	4	12,00 - 12,30	Ghiaia, in prevalenza medio-grossa, sabbiosa argillosa-limosa, nocciola	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs
	5	17,50 - 17,80	Argilla limosa sabbiosa nocciola con rare striature nerastre	Wn-LL- $\gamma$ -GR-GRs

Sui campioni prelevati dai pozzetti esplorativi ritenuti significativi ai fini di un eventuale utilizzo dei terreni per le arginature, sono state eseguite prove di classificazione e di costipamento AASHTO standard. I risultati sono riportati in allegato C3.

## 8) ANALISI CHIMICHE

Le analisi chimiche sono state condotte su 85 campioni di terreno e su quattro campioni di acqua di falda. I campioni di terreno da destinare alle analisi chimiche sono stati prelevati, come previsto nel capitolato, durante l'esecuzione dei pozzetti esplorativi. Nei 74 pozzetti con sigla "T" sono stati prelevati altrettanti campioni a profondità compresa tra 0.0 e 1.0 m.

Nei 6 pozzetti con sigla "TA", sono stati prelevati complessivamente 11 campioni a profondità variabili (vedi certificati).

Durante lo scavo non si sono avute evidenze visivo olfattive che potessero indicare la presenza di materiali potenzialmente inquinanti, se si esclude, in qualche pozzetto, la presenza di laterizi, pezzi di ferro o di plastica.

I campioni da analizzare sono stati privati, al momento del prelievo in sito, della frazione maggiore di 2 cm, utilizzando l'apposito vaglio. Le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm.

Sui 74 campioni prelevati nei pozzetti "T" sono state condotte le analisi chimiche di cui alla tabella 4.1 allegato 4 del DM 161/2012 (terre e rocce da scavo), ovvero sono stati ricercati i seguenti parametri: Arsenico, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Idrocarburi C>12, Cromo totale, Cromo VI, Amianto.

Nei pozzetti con sigla "TA" le analisi chimiche hanno riguardato la ricerca dei seguenti parametri: pH; Metalli (lista D.Lgs. 152/06 Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte quarta); Idrocarburi C≤12 e C>12; Composti aromatici (BTEX + Stirene); Composti policiclici aromatici; Composti alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni; Composti alifatici alogenati cancerogeni; TOC; Amianto.

I 4 campioni di acqua di falda sono stati prelevati, su indicazione del progettista, da 4 piezometri esistenti, eseguiti in fase di progetto preliminare. I campioni di acqua sono stati prelevati, da un tecnico esperto del laboratorio chimico, utilizzando una pompa sommersa con portata e prevalenza adeguate allo scopo. Durante il prelievo venivano controllati i parametri di conducibilità, ph, ossigeno disciolto. Sui campioni così prelevati sono state condotte le seguenti analisi: T, pH, Eh, Ossigeno disciolto, Conducibilità, Azoto ammoniacale, Nitrati, Solfati, Cloruri, Manganese, Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Idrocarburi come n-esano, BTEX, Composti policiclici aromatici, Composti alifatici clorurati cancerogeni, Composti alifatici clorurati non cancerogeni, Composti alogenati cancerogeni.



*Particolare della pompa usata per il prelievo dell'acqua*

Di seguito sono riportate le tabelle riassuntive delle analisi eseguite sui terreni dei pozzetti con sigla T e delle acque prelevate dai piezometri esistenti (Si, Sf, Sh, S8). In tali tabelle viene anche riportato il valore limite di cui alla colonna A Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del DL 152/2006.

In appendice 4 sono riportate le tabelle riassuntive dei risultati delle analisi condotte sui campioni prelevati dai pozzetti TA.

I certificati di tutte le analisi eseguite sono riportate in allegato F.



CERTIFICATO			Limite	11758	11759	11760	11761	11762	11763	11764	11765
Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T66	T67	T59	T58	T56	T69	T65	T63
Residuo a 105 °C	%	,1		95,0	93,4	94,5	93,6	92,2	95,5	86,4	93,8
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		585	499	486	541	351	486	97,5	592
Arsenico	mg/kg	,5	20	1,15	1,38	1,13	1,26	1,63	1,22	3,56	0,86
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cobalto	mg/kg	1	20	1,93	2,39	2,16	2,11	3,41	2,62	7,32	1,72
Cromo totale	mg/kg	1	150	23,5	23,9	26,4	23,4	45,5	34,7	46,1	23,6
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,12	0,13	0,14	0,11	0,41	0,14	0,55	0,11
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	mg/kg	1	120	17,3	18,8	20,3	19,7	32,3	23,8	42,4	17,1
Piombo	mg/kg	1	100	1,80	2,84	1,46	1,69	6,81	1,88	9,65	1,42
Rame	mg/kg	1	120	4,87	6,14	5,20	5,04	8,20	6,03	26,1	4,17
Zinco	mg/kg	1	150	14,0	17,4	15,2	14,7	26,9	17,4	55,7	13,1
Idrocarb pesanti C > 12	mg/kg	5	50	<5,0	<5,0	<5,0	12,6	6,4	<5,0	13,2	<5,0
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120

CERTIFICATO			Limite	11766	11767	11768	11769	11770	11771	11772	12098
Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T61	T60	T64	T54	T49	T45	T42	T34
Residuo a 105 °C	%	,1		93,7	93,3	94,4	93,2	93,1	91,0	92,8	84,8
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		473	577	755	734	658	627	536	105
Arsenico	mg/kg	,5	20	1,74	1,03	0,70	0,89	0,81	0,87	1,16	4,07
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cobalto	mg/kg	1	20	3,09	2,13	1,30	1,26	1,60	1,75	2,16	8,14
Cromo totale	mg/kg	1	150	32,3	22,7	13,2	11,9	16,0	19,0	21,8	44,8
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,14	0,11	<0,10	0,12	0,12	0,10	0,15	0,53
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	mg/kg	1	120	24,3	17,1	11,1	9,04	13,5	15,3	18,6	37,2
Piombo	mg/kg	1	100	3,85	2,05	2,40	1,17	1,54	3,15	6,26	15,2
Rame	mg/kg	1	120	7,70	5,54	3,62	3,49	4,52	4,96	6,09	34,4
Zinco	mg/kg	1	150	27,1	15,5	10,2	9,82	12,4	16,0	17,4	75,0
Idrocarb pesanti C > 12	mg/kg	5	50	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	7,7	<5,0	14,7	11,5
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120	<120	<120	191	<120	<120	<120

CERTIFICATO			Limite	12100	12101	12102	12103	12104	12105	12106	12107
Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T31	T35	T36	T39	T41	T73	T72	T70
Residuo a 105 °C	%	,1		92,7	92,5	87,2	88,6	89,1	86,3	88,2	89,0
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		245	241	154	529	214	36,7	148	208
Arsenico	mg/kg	,5	20	3,19	3,74	3,64	2,12	4,63	3,77	3,52	3,52
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cobalto	mg/kg	1	20	5,82	6,23	6,19	3,36	7,51	7,57	6,70	6,91
Cromo totale	mg/kg	1	150	44,6	39,0	43,5	25,0	48,2	49,6	45,1	44,4
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,40	0,51	0,37	0,33	0,67	0,42	0,53	0,44
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	mg/kg	1	120	35,5	34,1	38,4	21,1	42,9	43,4	39,6	37,6
Piombo	mg/kg	1	100	11,9	18,0	6,34	4,15	10,3	7,23	8,03	8,82
Rame	mg/kg	1	120	25,4	23,6	16,8	10,2	25,4	23,5	21,6	25,1
Zinco	mg/kg	1	150	48,1	56,6	42,1	26,9	54,8	49,1	67,3	49,4
Idrocarb pesanti C > 12	mg/kg	5	50	12,8	73,4	26,8	6,0	15,6	13,1	12,9	9,1
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120

CERTIFICATO			Limite	12108	12109	12110	12111	12112	12113	12114	12115
Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T55	T53	T46	T50	T51	T48	T44	T27
Residuo a 105 °C	%	,1		95,4	94,5	93,5	91,8	95,2	95,3	92,2	93,2
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		492	448	361	317	501	333	518	210
Arsenico	mg/kg	,5	20	1,41	1,52	1,65	1,98	1,43	2,00	1,48	2,15
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cobalto	mg/kg	1	20	2,69	2,90	3,47	4,66	2,95	3,85	2,86	4,50
Cromo totale	mg/kg	1	150	27,2	32,4	44,7	47,1	34,8	40,5	26,2	36,5
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,15	0,12	0,15	0,16	0,15	0,25	0,17	0,44
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	mg/kg	1	120	22,3	26,1	33,3	36,0	25,1	32,0	21,6	31,1
Piombo	mg/kg	1	100	1,99	3,08	4,74	4,86	2,26	4,01	2,24	8,21
Rame	mg/kg	1	120	6,83	8,81	8,40	11,9	7,31	10,9	7,30	16,3
Zinco	mg/kg	1	150	17,3	22,2	24,4	31,2	18,2	28,1	18,2	36,0
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg	5	50	<5,0	<5,0	<5,0	7,0	<5,0	6,7	<5,0	12,9
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120

CERTIFICATO			Limite	12116	12117	12118	12119	12120	12121	12122	12123
Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T21	T15	T9	T2	T7	T3	T1	T4
Residuo a 105 °C	%	,1		90,6	91,8	93,2	93,5	93,0	96,3	91,8	93,9
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		202	409	449	617	643	665	204	487
Arsenico	mg/kg	,5	20	2,94	1,67	1,53	1,00	1,02	0,90	2,48	1,29
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,23	<0,20	<0,20	<0,20
Cobalto	mg/kg	1	20	5,94	3,57	3,17	2,11	1,88	1,71	5,05	2,75
Cromo totale	mg/kg	1	150	43,1	32,1	36,8	24,9	24,1	20,9	44,1	34,5
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,37	0,16	0,84	0,11	<0,10	<0,10	0,44	0,13
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	mg/kg	1	120	38,9	28,2	25,6	19,7	17,6	16,5	37,0	24,4
Piombo	mg/kg	1	100	7,81	4,26	15,7	2,35	2,92	1,80	10,5	3,32
Rame	mg/kg	1	120	21,6	11,3	11,6	5,73	4,75	3,77	15,4	7,73
Zinco	mg/kg	1	150	47,3	28,6	30,5	14,2	14,7	11,6	65,8	26,4
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg	5	50	7,2	6,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	15,0	<5,0
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120

CERTIFICATO			Limite	12124	12125	12126	12364	12365	12366	12367	12368
Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T8	T12	T5	T16	T18	T22	T17	T23
Residuo a 105 °C	%	,1		95,2	96,0	95,6	84,1	88,3	84,0	84,2	85,1
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		606	386	521	75,3	4,10	9,46	1,07	3,49
Arsenico	mg/kg	,5	20	1,03	1,69	1,92	3,98	4,14	4,15	3,81	3,95
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cobalto	mg/kg	1	20	2,16	3,39	3,07	8,32	7,70	9,46	8,58	9,68
Cromo totale	mg/kg	1	150	23,4	36,8	28,5	52,2	49,5	53,9	49,7	56,8
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,12	0,17	0,12	0,50	0,39	0,36	0,53	1,31
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	mg/kg	1	120	19,9	30,5	22,9	44,5	43,1	51,1	44,9	50,5
Piombo	mg/kg	1	100	2,42	3,53	2,51	14,8	6,75	8,69	7,11	8,74
Rame	mg/kg	1	120	6,13	8,09	7,68	33,4	22,3	31,6	24,4	28,6
Zinco	mg/kg	1	150	16,8	23,6	18,5	79,1	55,5	68,0	64,9	63,7
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg	5	50	<5,0	6,4	<5,0	21,6	13,7	28,4	22,5	21,3
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120

CERTIFICATO			Limite	12369	12370	12371	12372	12373	12374	12375	12376
Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T14	T10	T6	T11	T20	T24	T13	T19
Residuo a 105 °C	%	,1		91,2	89,0	93,3	91,3	89,5	93,4	93,5	95,7
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		182	119	292	217	46,3	373	378	295
Arsenico	mg/kg	,5	20	3,86	3,52	2,20	3,27	3,53	2,27	1,66	2,17
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cobalto	mg/kg	1	20	7,05	7,21	4,32	5,81	7,34	4,06	3,58	4,59
Cromo totale	mg/kg	1	150	50,2	49,8	51,9	44,8	59,8	40,4	42,8	45,5
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,49	0,37	0,24	0,38	0,40	0,21	0,19	0,19
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	mg/kg	1	120	40,8	44,8	38,5	40,6	53,9	34,1	32,0	38,2
Piombo	mg/kg	1	100	62,2	7,70	4,38	45,7	7,34	4,27	4,52	6,95
Rame	mg/kg	1	120	58,2	20,7	12,1	27,0	19,5	12,1	10,4	11,3
Zinco	mg/kg	1	150	98,0	50,9	30,0	43,6	49,8	34,6	29,1	32,3
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg	5	50	19,0	10,2	9,3	9,3	42,9	12,0	12,3	18,3
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120

CERTIFICATO			Limite	12377	12378	12379	12380	13146	13147	13148	13149
Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T26	T30	T33	T38	T25	T28	T29	T32
Residuo a 105 °C	%	,1		92,8	93,8	89,6	92,9	85,2	89,7	86,3	88,7
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		314	317	199	596	2,25	1,47	15,8	14,9
Arsenico	mg/kg	,5	20	2,19	2,05	2,53	1,00	4,54	4,49	4,29	4,72
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cobalto	mg/kg	1	20	4,74	4,43	5,73	2,25	9,25	9,27	8,93	9,17
Cromo totale	mg/kg	1	150	38,5	37,0	48,7	27,9	53,9	48,7	46,9	55,9
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,18	0,29	0,28	0,11	0,55	0,70	0,62	0,59
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	mg/kg	1	120	34,8	32,6	41,6	21,9	50,3	48,7	47,1	49,6
Piombo	mg/kg	1	100	7,96	7,22	10,4	2,52	7,23	8,32	8,48	9,49
Rame	mg/kg	1	120	12,3	12,4	15,0	5,52	23,3	24,2	30,8	37,0
Zinco	mg/kg	1	150	33,2	32,3	40,5	15,6	54,4	59,2	64,6	61,9
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg	5	50	14,7	10,0	11,2	9,0	28,9	15,6	22,8	21,8
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120

CERTIFICATO			Limite	13150	13151	13152	13153	13154	13155	13156	13157
Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T37	T40	T43	T47	T52	T57	T62	T68
Residuo a 105 °C	%	,1		92,5	87,2	83,8	87,7	87,4	91,0	90,6	86,3
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		276	6,16	91,8	4,49	2,06	118	38,7	86,2
Arsenico	mg/kg	,5	20	3,28	4,45	4,44	4,12	4,24	3,44	4,36	4,04
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cobalto	mg/kg	1	20	5,75	9,99	11,2	9,34	9,64	7,26	10,7	8,58
Cromo totale	mg/kg	1	150	37,5	56,2	72,8	67,6	64,0	55,0	69,9	55,5
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,33	0,77	0,86	0,57	0,72	0,55	0,76	0,64
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	mg/kg	1	120	33,2	52,8	63,9	55,0	56,4	46,2	71,8	50,0
Piombo	mg/kg	1	100	5,86	8,44	9,91	9,03	7,53	5,72	9,88	6,64
Rame	mg/kg	1	120	18,0	25,2	25,9	25,7	23,4	19,8	39,9	21,8
Zinco	mg/kg	1	150	50,0	63,4	72,2	61,4	61,2	48,1	72,4	56,6
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg	5	50	16,0	18,7	20,5	9,9	7,0	7,8	22,3	6,0
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120

CERTIFICATO			Limite	13158	13159						
-------------	--	--	--------	-------	-------	--	--	--	--	--	--



Parametro	U.M.	LOQ	Tab A	T71	T74						
Residuo a 105 °C	%	,1		85,8	88,7						
Scheletro (2 mm - 2 cm)	g/kg	1		<1,00	<1,00						
Arsenico	mg/kg	,5	20	4,09	4,18						
Cadmio	mg/kg	,2	2	<0,20	<0,20						
Cobalto	mg/kg	1	20	9,37	8,44						
Cromo totale	mg/kg	1	150	49,1	51,5						
Cromo esavalente	mg/kg	,1	2	0,55	0,48						
Mercurio	mg/kg	,1	1	<0,10	<0,10						
Nichel	mg/kg	1	120	48,0	48,5						
Piombo	mg/kg	1	100	6,87	6,14						
Rame	mg/kg	1	120	23,7	20,4						
Zinco	mg/kg	1	150	55,8	48,9						
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg	5	50	41,4	16,0						
Amianto	mg/kg	120	1000	<120	<120						

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive relative alle analisi delle acque di falda

N° Campione				14027	14028	14029	14030
Parametro	U.M.	LOQ	Limite	Pz Si	Pz Sh	Pz Sf	Pz S8
Concentrazione ioni idrogeno (in campo)				6,99	6,74	6,74	6,78
Conducibilità elettrica specifica a 25°C (in campo)	µS/cm			492	577	569	520
Temperatura (in campo)	°C			15,9	15,5	16,0	15,5
Ossigeno disciolto (in campo)	mg/l	,05		4,5	5,8	4,0	2,2
Potenziale Redox (in campo)	mV			150	130	120	92
Alluminio	µg/l	10	200	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Arsenico	µg/l	1	10	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Cromo	µg/l	1	50	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ferro	µg/l	20	200	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Manganese	µg/l	,5	50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Mercurio	µg/l	,1	1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel	µg/l	1	20	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Piombo	µg/l	,5	10	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Rame	µg/l	1	1000	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Zinco	µg/l	10	3000	<10	<10	<10	<10
Cloruri	mg/l	,1		15,9	21,3	26,9	20,2
Nitrati	mg/l	,1		2,93	7,35	9,54	3,39
Solfati	mg/l	,1	250	28,7	29,4	30,0	32,6
Azoto ammoniacale	mg/l	,01		<0,010	<0,010	0,012	0,012
Benzene	µg/l	,05	1	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Etilbenzene	µg/l	,05	50	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
(m+p)-Xilene	µg/l	,04	10	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
Stirene	µg/l	,05	25	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Toluene	µg/l	,05	15	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Naftalene	µg/l	,01		0,026	0,047	0,025	0,029

N° Campione				14027	14028	14029	14030
Parametro	U.M.	LOQ	Limite	Pz Si	Pz Sh	Pz Sf	Pz S8
Acenafte	µg/l	,01		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafilene	µg/l	,01		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Antracene	µg/l	,01		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(a)antracene	µg/l	,01	0,1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(a)pirene	µg/l	,001	0,01	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Benzo(b)fluorantene	µg/l	,01	0,1	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Benzo(e)pirene	µg/l	,1		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	,001	0,01	<0,00100	<0,00100	<0,00100	<0,00100
Benzo(k)fluorantene	µg/l	,005	0,05	<0,00500	<0,00500	<0,00500	<0,00500
Crisene	µg/l	,1	5	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Dibenzo(a,e)pirene	µg/l	,01		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenzo(a,h)pirene	µg/l	,009		<0,0090	<0,0090	<0,0090	<0,0090
Dibenzo(a,i)pirene	µg/l	,01		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenzo(a,l)pirene	µg/l	,008		<0,0080	<0,0080	<0,0080	<0,0080
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	,001	0,01	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Fenantrene	µg/l	,01		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluorantene	µg/l	,01		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluorene	µg/l	,01		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/l	,01	0,1	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Pirene	µg/l	,1	50	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici (31,32,33,36)	µg/l		0,1	0	0	0	0
Clorometano	µg/l	,04	1,5	<0,0400	<0,0400	<0,0400	<0,0400
Cloroformio	µg/l	,015	0,15	0,0202	0,0436	0,0308	0,0260
Cloruro di vinile	µg/l	,05	0,5	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500
1,2-Dicloroetano	µg/l	,03	3	<0,0300	<0,0300	<0,0300	<0,0300
1,1-Dicloroetilene	µg/l	,005	0,05	<0,00500	<0,00500	<0,00500	<0,00500
Tricloroetilene	µg/l	,03	1,5	<0,0300	<0,0300	<0,0300	<0,0300
Tetracloroetilene	µg/l	,05	1,1	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500
Esaclorobutadiene	µg/l	,015	0,15	<0,0150	<0,0150	<0,0150	<0,0150
Sommatoria composti organoalogenati	µg/l		10	0,0202	0,0436	0,0308	0,0260
1,1-Dicloroetano	µg/l	,04	810	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
Cis-1,2-dicloroetilene	µg/l	,03		<0,0300	<0,0300	<0,0300	<0,0300
Trans-1,2-dicloroetilene	µg/l	,05		<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500
1,2-Dicloroetilene (Somma)	µg/l		60	0	0	0	0
1,2-Dicloropropano	µg/l	,05	0,15	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	,02	0,2	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	,001	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	,005	0,05	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Bromoformio	µg/l	,03	0,3	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
1,2-Dibromoetano	µg/l	,001	0,001	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Dibromoclorometano	µg/l	,013	0,13	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Bromodichlorometano	µg/l	,017	0,17	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
Idrocarburi C6÷C10 come n-esano	µg/l	10		<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Idrocarburi C10÷C40 come n-esano	µg/l	25		<25,0	<25,0	340	62,9
Idrocarburi Totali come n-esano (da calcolo)	µg/l		350	0	0	340	62,9

## 9) GRANULOMETRIA DELL'ALVEO DEL T. BAGANZA

Lo studio della morfologia di un corso d'acqua alluvionale e del suo comportamento idraulico non può eludere l'analisi granulometrica del materiale costituente il letto. Le informazioni relative alla dimensione dei sedimenti dell'alveo sono necessarie per una molteplicità di scopi che possono, sommariamente, così distinguersi:

- 1) analisi dell'habitat del sistema fluviale e valutazione del successo degli interventi di mitigazione dei disturbi naturali ed antropici;
- 2) stima del comportamento idraulico della corrente in condizioni stazionarie e non stazionarie (fondo fisso o mobile);
- 3) comprensione della dinamica di trasporto dei sedimenti e loro interazione con il flusso a seguito di un evento formativo o di piena.

Relativamente al secondo punto, l'impiego sempre più diffuso di modelli numerici bidimensionali - cioè che considerano velocità della corrente mediate lungo la verticale in un campo di moto discretizzato con una mesh di celle - ha reso ancora più necessario conoscere con dettaglio la distribuzione spaziale delle dimensioni dei sedimenti, sia al fine di assegnare localmente (cella per cella) i valori di scabrezza idraulica sia per modellare correttamente il trasporto solido e la mobilità del fondo nei modelli a fondo mobile.

Se si sta analizzando un alveo in cui domina la componente granulare (ghiaia, ciottoli, massi) e si intende assegnare queste variabili in modo non generico (ad esempio non un solo valore di scabrezza per un sotto-tratto fluviale), le indagini necessarie richiedono una mole di rilievi di campo assai onerosa non appena il tratto da modellare supera l'estensione di qualche frazione di chilometro quadrato.

Nel presente studio è stato utilizzato il metodo fotografico (areal sampling, grid counts). È stata predisposta una maglia quadrata  $2 \times 2$  m per una superficie complessiva pari a  $4 \text{ m}^2$ . È stata eliminata la vegetazione in eccesso e successivamente sono state effettuate riprese fotografiche ad altezza adeguata.

Siccome le riprese fotografiche non sono state fatte sulla verticale e l'immagine ripresa non è quindi perpendicolare è stato impiegato un programma per raddrizzare le immagini, sapendo le dimensioni della griglia. Occorre infine specificare che con la tecnica fotografica il diametro minimo misurabile dei granuli ghiaia è di 2 mm.

### Materiali e metodi

Il sito di indagine interessa il T. Baganza in provincia di Parma dalla località Marzolaro a Parma sud. Sono stati condotti cinque campionamenti denominati semplicemente BAG1, BAG2, BAG3, BAG4, BAG5, impiegando un transetto quadrato  $2 \times 2$  m.



In ogni area di campionamento il transetto per il rilievo fotografico è stato posizionato in due aree di lato morfologico, ovvero sulla sommità di una barra fluviale di centro alveo, evitando le depressioni relative ai canali fluviali.

Nel successivo conteggio, in relazione all'elevato numero di ciottoli presenti in 4 m<sup>2</sup>, è stato considerato per area il transetto più rappresentativo.

Nella determinazione della granulometria numerale si prevede di non rimuovere i sedimenti dal letto, ma di misurare sul campo il loro diametro intermedio "b".

Sucessivamente al rilievo fotografico per il conteggio numerale, è stato rimosso lo strato superficiale mediante escavatore idraulico, di uno spessore pari al doppio del diametro massimo misurato nella parte superiore, identificata dal transetto con maglia quadrata.

Tale tecnica prevede il prelievo in alveo di una quantità di materiale sufficientemente rappresentativa della gamma granulometrica costituente il letto. In genere il peso totale del volume da prelevare è definito in funzione del diametro del ciottolo di dimensioni maggiori secondo relazioni secondo la seguente relazione Church et al. (1987):

$$P = 2.47 \times D_{\max} - 44.8$$

con P in kg e D<sub>max</sub> in mm.

Utilizzando la seguente formula, con un D<sub>max</sub> pari a 100 mm, si ottiene un peso del campione pari a 200 kg. Siccome le difficoltà di trasporto del campione in alvei fluviali è caratterizzata da diverse problematiche, ci si è avvalsi del lavoro di Dalla Fontana G. & D'Agostino V. (2000) e di Rinaldi M. et al. (2007), i quali hanno verificato che anche con il 60 % del peso determinato con la precedente formula è possibile ottenere campioni rappresentati affetti da errori trascurabili.

I certificati delle analisi granulometriche eseguite sui 5 campioni così prelevati sono riportate in appendice 2.

## 9.1 Campione BAG1

Il campione BAG1 è stato effettuato appena a sud del ponte della S.P. di Calestano in località Marzolarà.

Le coordinate GAUSS-BOAGA dei due transetti sono:

X=1592931.7336 - Y=4943026.8536;

X=1592933.7286 - Y=4943026.7118;

X=1592931.5919 - Y=4943024.8586;

X=1592933.5869 - Y=4943024.7169;

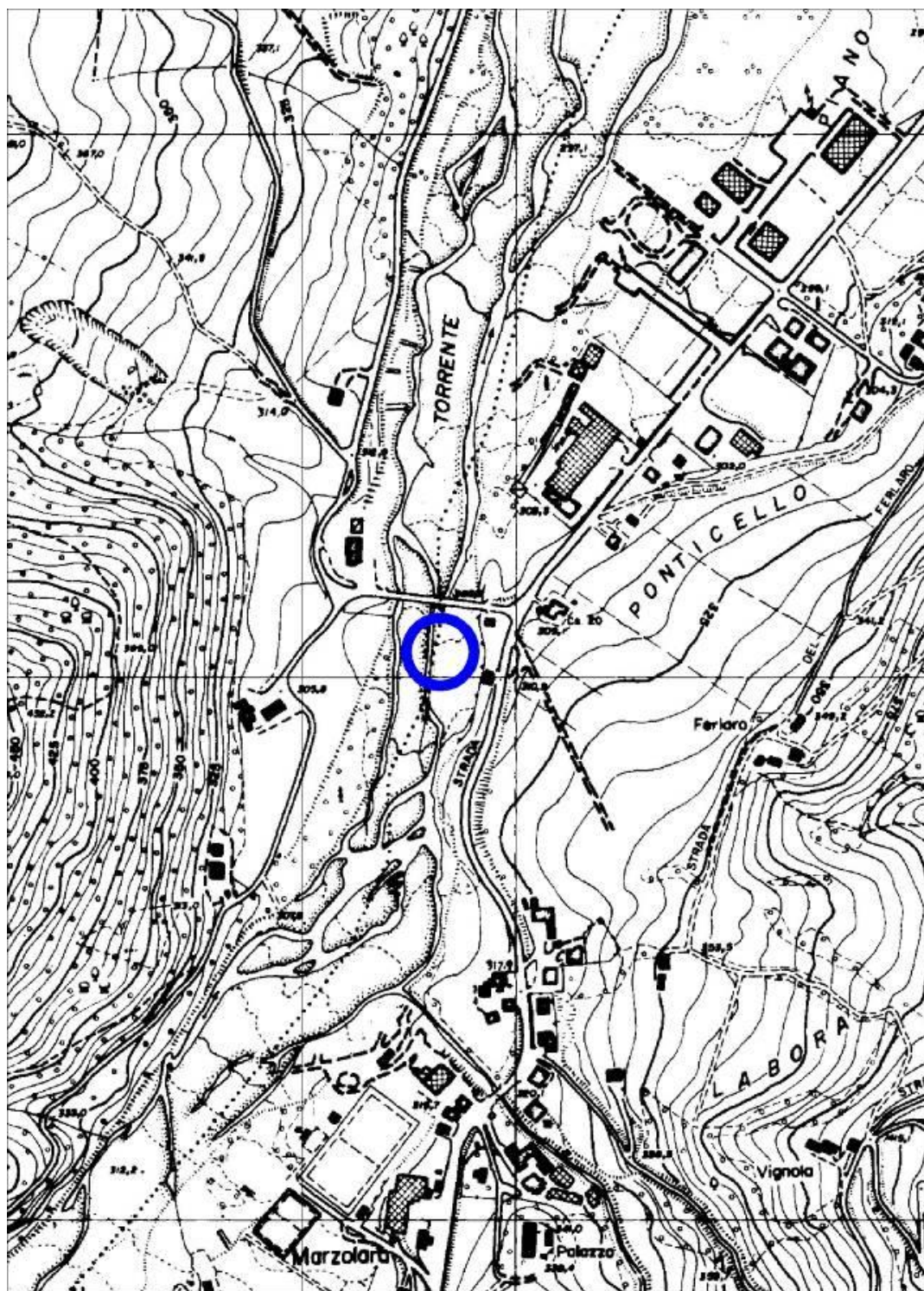
X=1592931.4501 - Y=4943022.8637;

X=1592933.4451 - Y=4943022.7219.



*Scavo BAG 1*





*Inquadramento geografico BAG1 – scala 1:5.000*





*Campione rappresentativo BAG1 – scala 1:1.000*

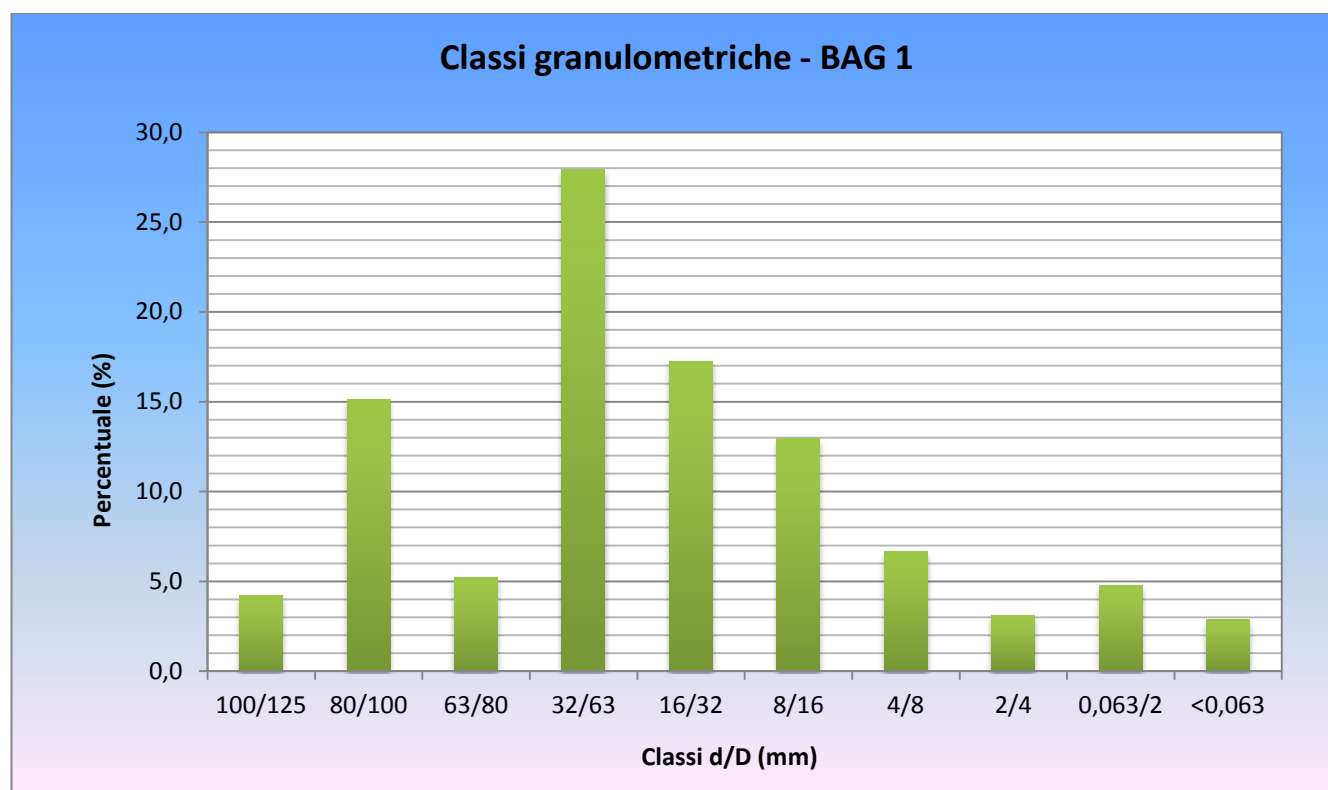
Il  $D_{\max}$  dello strato superficiale è stato misurato pari a  $\Phi = 14,6$  mm.

Di conseguenza lo spessore dello strato superficiale diventa 30 cm, successivamente rimosso mediante escavatore idraulico.

Il  $D_{\max}$  del substrato è stato misurato pari a  $\Phi = 10,0$  mm. Il peso del campione da sottoporre ad analisi granulometrica diventa pari 120 kg.



Ripresa del substrato BAG1



*Classi granulometriche del substrato*



## 9.2 Campione BAG2

Il campione BAG2 è stato effettuato appena a nord di San Vitale Baganza.

Le coordinate GAUSS-BOAGA dei due transetti sono:

X=1595583.1328 - Y=4947674.9196;

X=1595585.0902 - Y=4947675.3301;

X=1595583.5434 - Y=4947672.9622;

X=1595585.5008 - Y=4947673.3727;

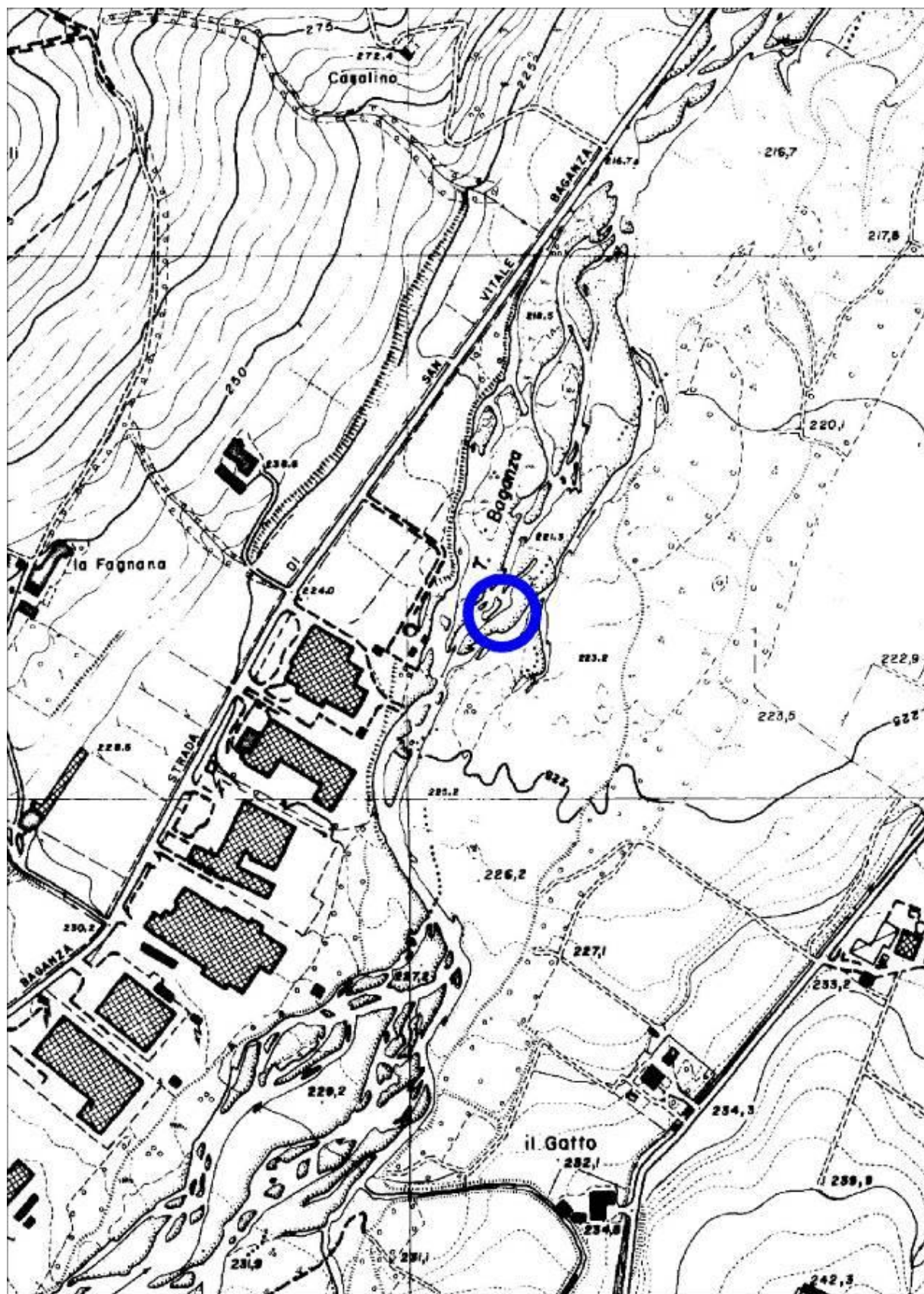
X=1595583.9540 - Y=4947671.0048;

X=1595585.9114 - Y=4947671.4153.



*Scavo BAG 2*





*Inquadramento geografico BAG2 – scala 1:5.000*





*Campione rappresentativo BAG2 – scala 1:1.000*

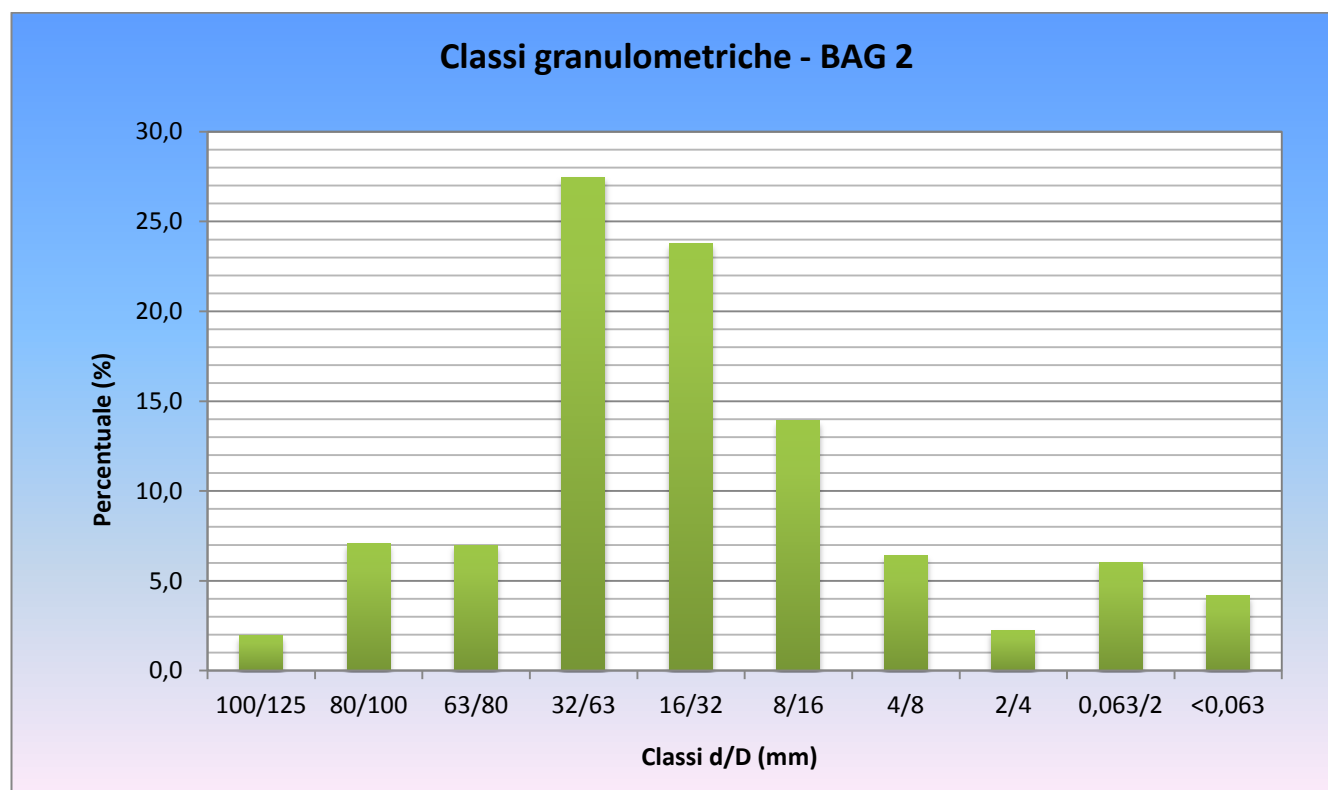
Il  $D_{\max}$  dello strato superficiale è stato misurato pari a  $\Phi = 14,7$  mm.

Di conseguenza lo spessore dello strato superficiale diventa 30 cm, successivamente rimosso mediante escavatore idraulico.

Il  $D_{\max}$  del substrato è stato misurato pari a  $\Phi = 10,0$  mm. Il peso del campione da sottoporre ad analisi granulometrica diventa pari 120 kg.



*Ripresa del substrato BAG2*



*Classi granulometriche del substrato*



### 9.3 Campione BAG3

Il campione BAG3 è stato effettuato appena a nord del ponte della S.P. di Calestano in località Sala Baganza.

Le coordinate GAUSS-BOAGA dei due transetti sono:

X=1597848.9105 - Y=4951686.2112;

X=1597850.8509 - Y=4951685.7266;

X=1597848.4259 - Y=4951684.2708;

X=1597850.3663 - Y=4951683.7862;

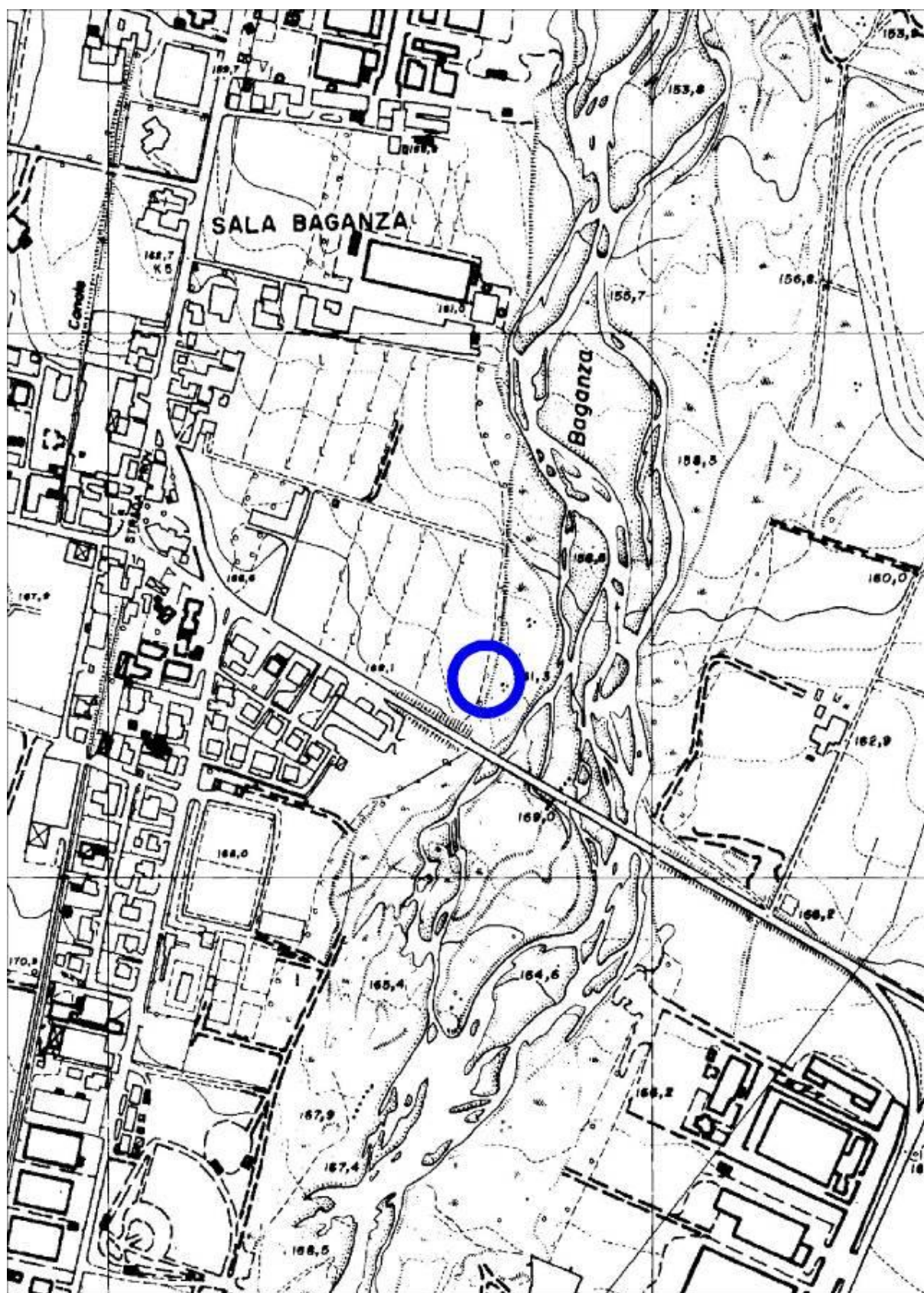
X=1597847.9413 - Y=4951682.3304;

X=1597849.8817 - Y=4951681.8458.



*Scavo BAG 3*





*Inguadrimento geografico BAG3 – scala 1:5.000*





*Campione rappresentativo BAG3 – scala 1:1.000*

Il  $D_{max}$  dello strato superficiale è stato misurato pari a  $\Phi = 14,7$  mm.

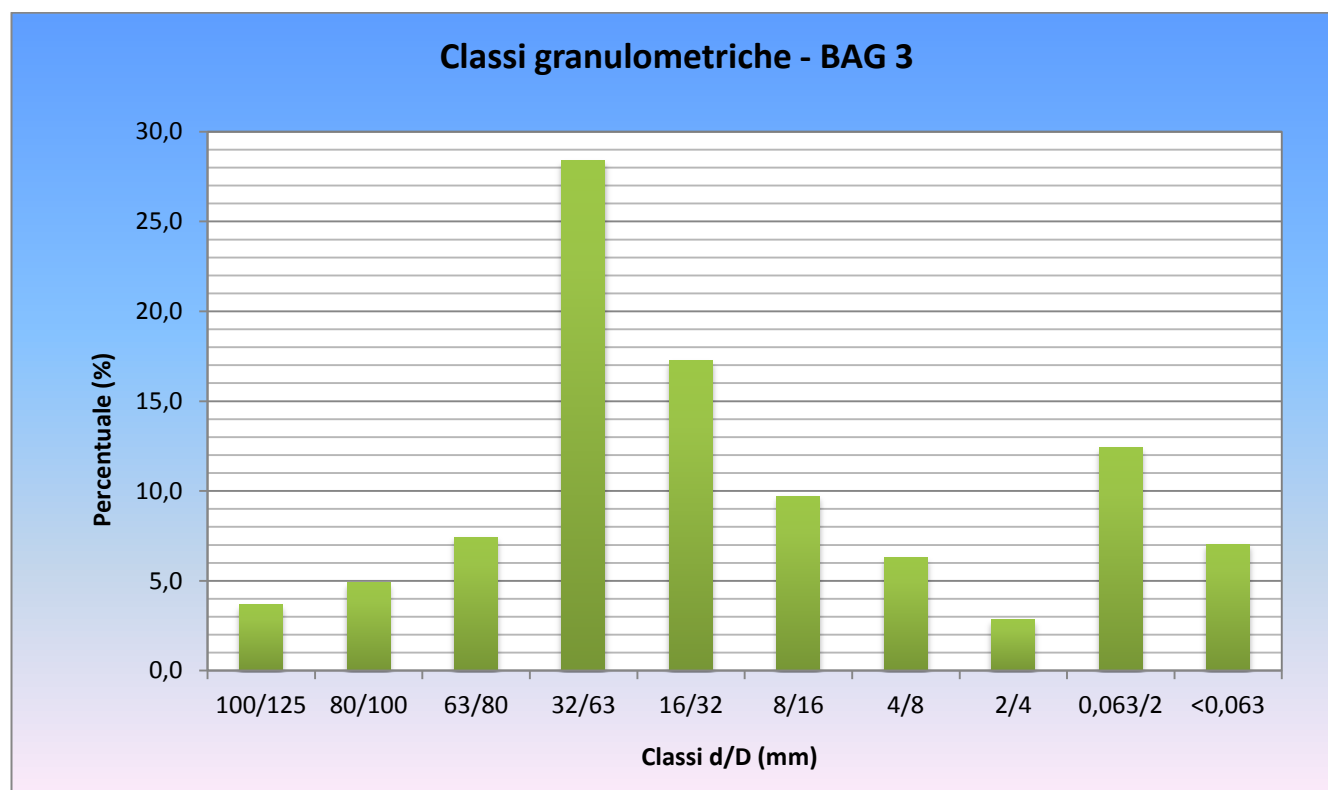
Di conseguenza lo spessore dello strato superficiale diventa 30 cm, successivamente rimosso mediante escavatore idraulico.

Il  $D_{max}$  del substrato è stato misurato pari a  $\Phi = 10,0$  mm. Il peso del campione da sottoporre ad analisi granulometrica diventa pari a 120 kg.





*Ripresa del substrato BAG3*



*Classi granulometriche del substrato*

#### 9.4 Campione BAG4

Il campione BAG4 è stato effettuato in località San Ruffino.

Le coordinate GAUSS-BOAGA dei due transetti sono:

X=1600281.8020 - Y=4955688.4435;

X=1600283.4577 - Y=4955687.3216;

X=1600280.6801 - Y=4955686.7878;

X=1600282.3358 - Y=4955685.6659;

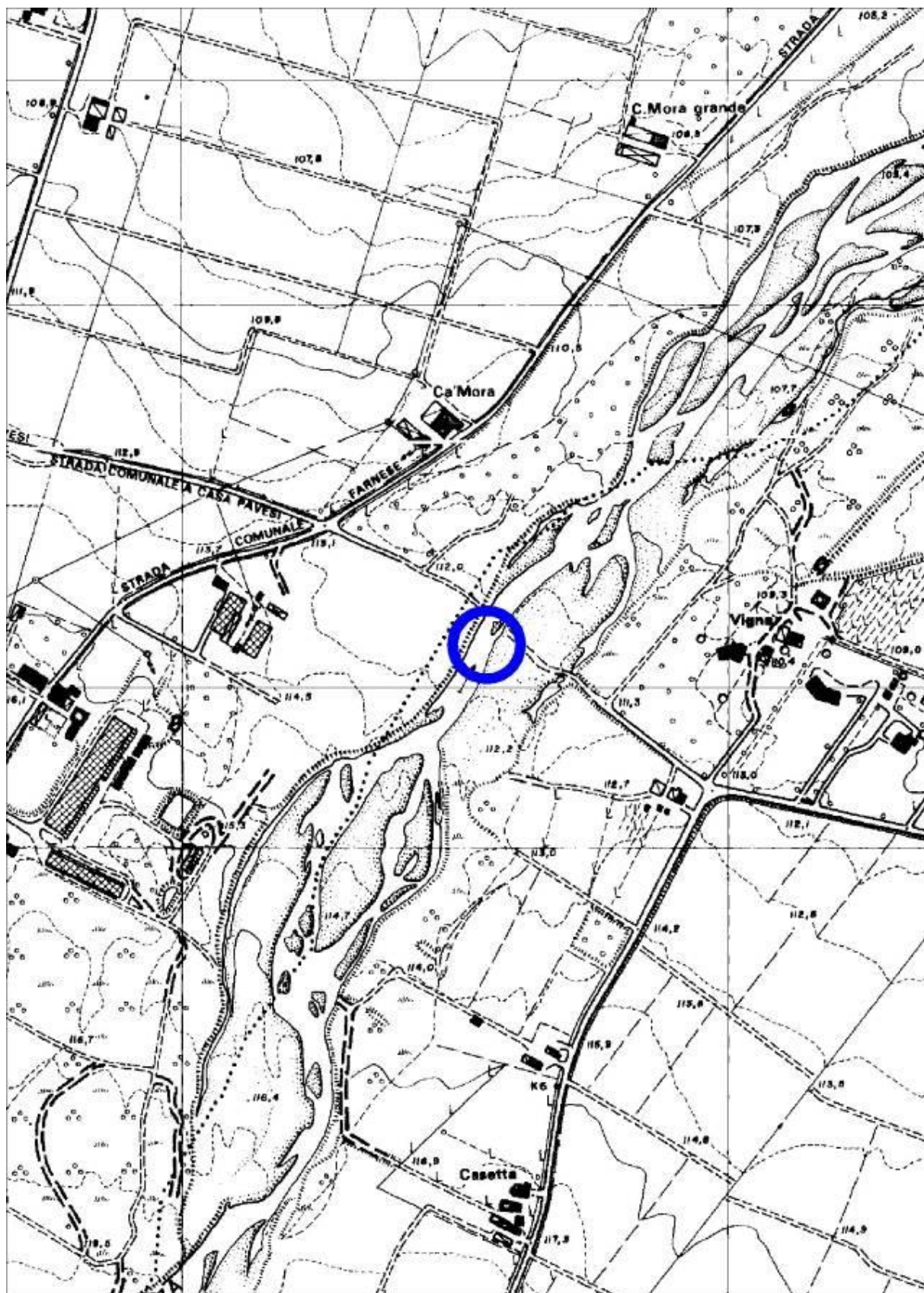
X=1600279.5582 - Y=4955685.1321;

X=1600281.2139 - Y=4955684.0102.



*Scavo BAG 4*





*Inguadrimento geografico BAG4 – scala 1:5.000*





*Campione rappresentativo BAG4 – scala 1:1.000*

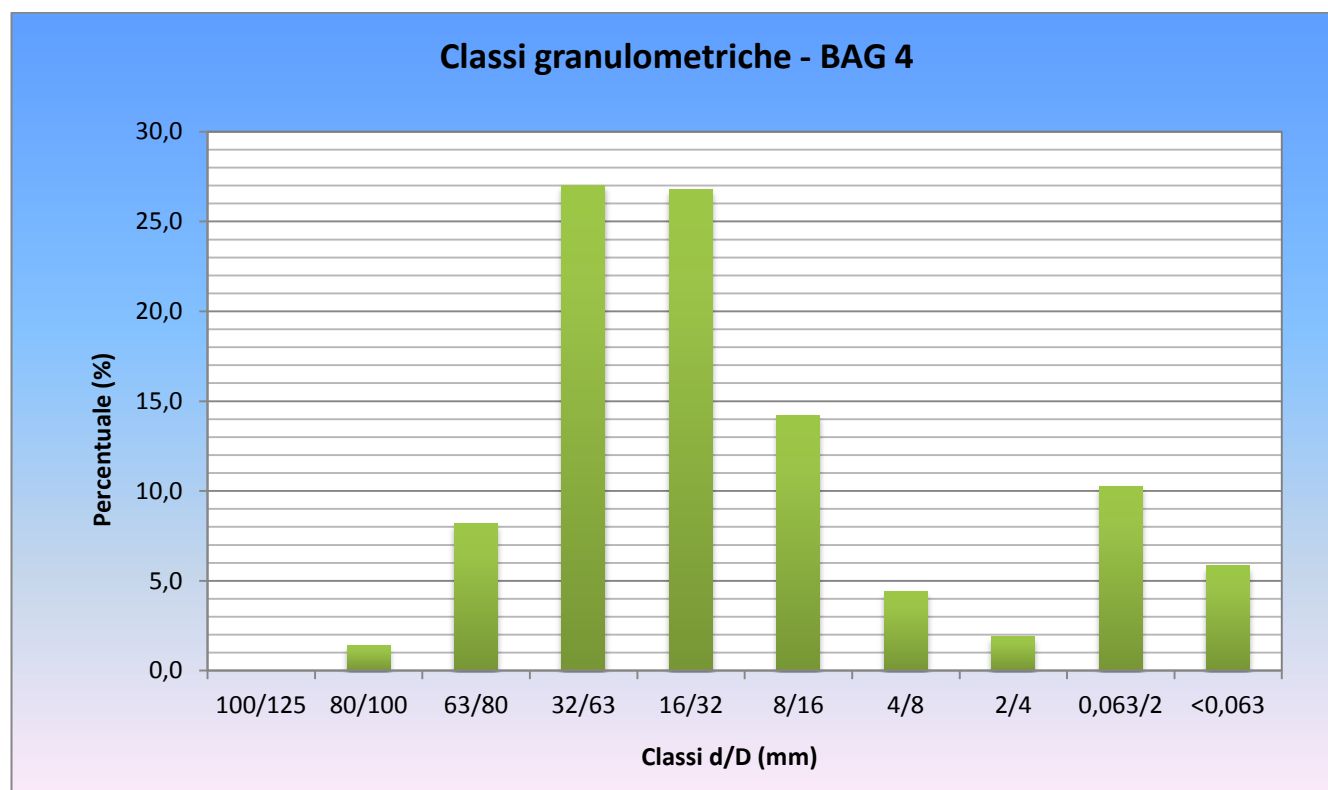
Il  $D_{\max}$  dello strato superficiale è stato misurato pari a  $\Phi = 14,8$  mm.

Di conseguenza lo spessore dello strato superficiale diventa 30 cm, successivamente rimosso mediante escavatore idraulico.

Il  $D_{\max}$  del substrato è stato misurato pari a  $\Phi = 10,0$  mm. Il peso del campione da sottoporre ad analisi granulometrica diventa pari 120 kg.



*Ripresa del substrato BAG4*



*Classi granulometriche del substrato*



## 9.5 Campione BAG5

Il campione BAG5 è stato effettuato in località Quartiere Casino dalla Rosa.

Le coordinate GAUSS-BOAGA dei due transetti sono:

X=1602945.3396 - Y=4958516.7711;

X=1602943.4101 - Y=4958516.2445;

X=1602941.4807 - Y=4958515.7179;

X=1602942.0073 - Y=4958513.7885;

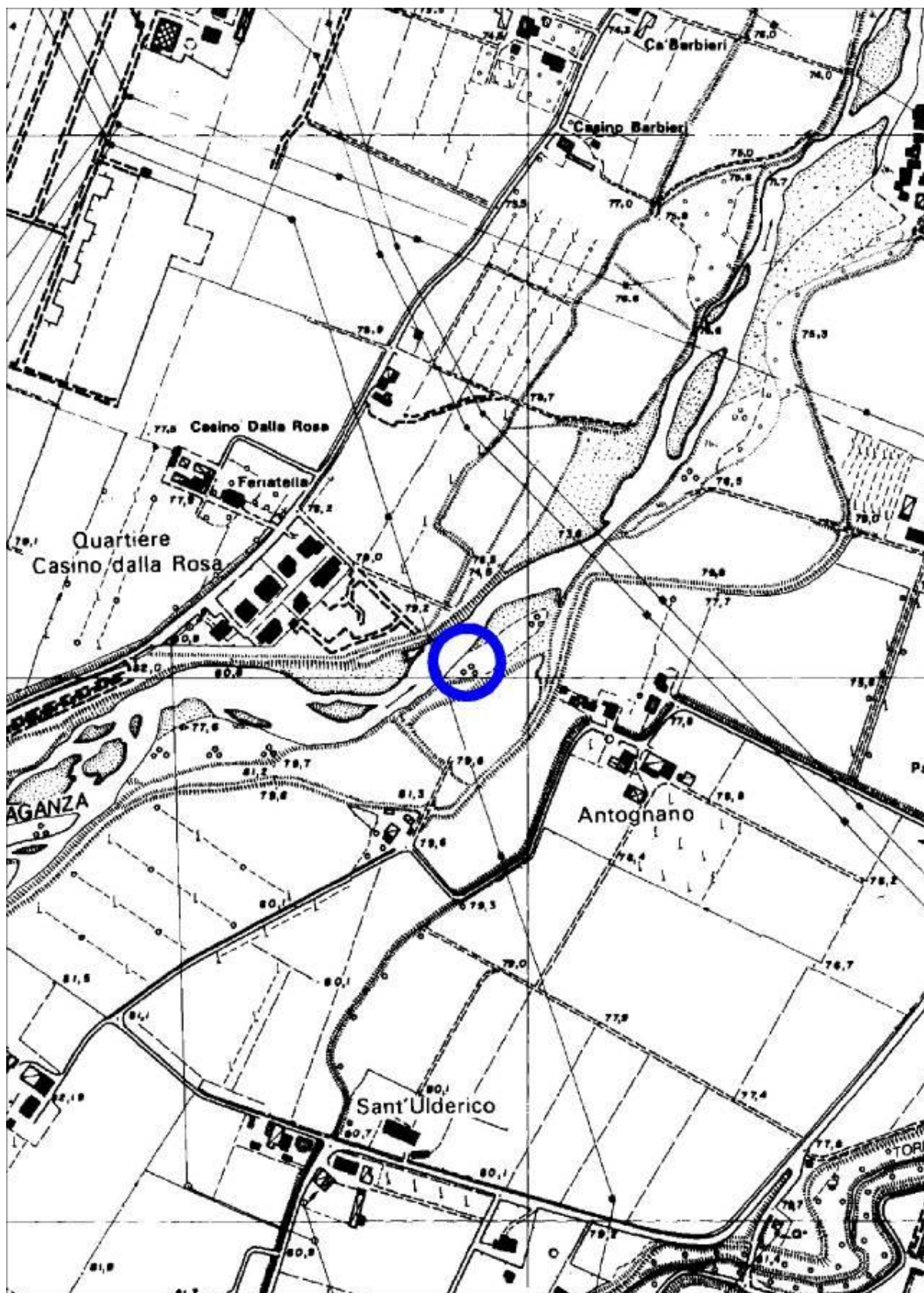
X=1602943.9367 - Y=4958514.3151;

X=1602945.8662 - Y=4958514.8417.



*Scavo BAG5*





*Inguadrimento geografico BAG5 – scala 1:5.000*





*Campione rappresentativo BAG5 – scala 1:1.000*

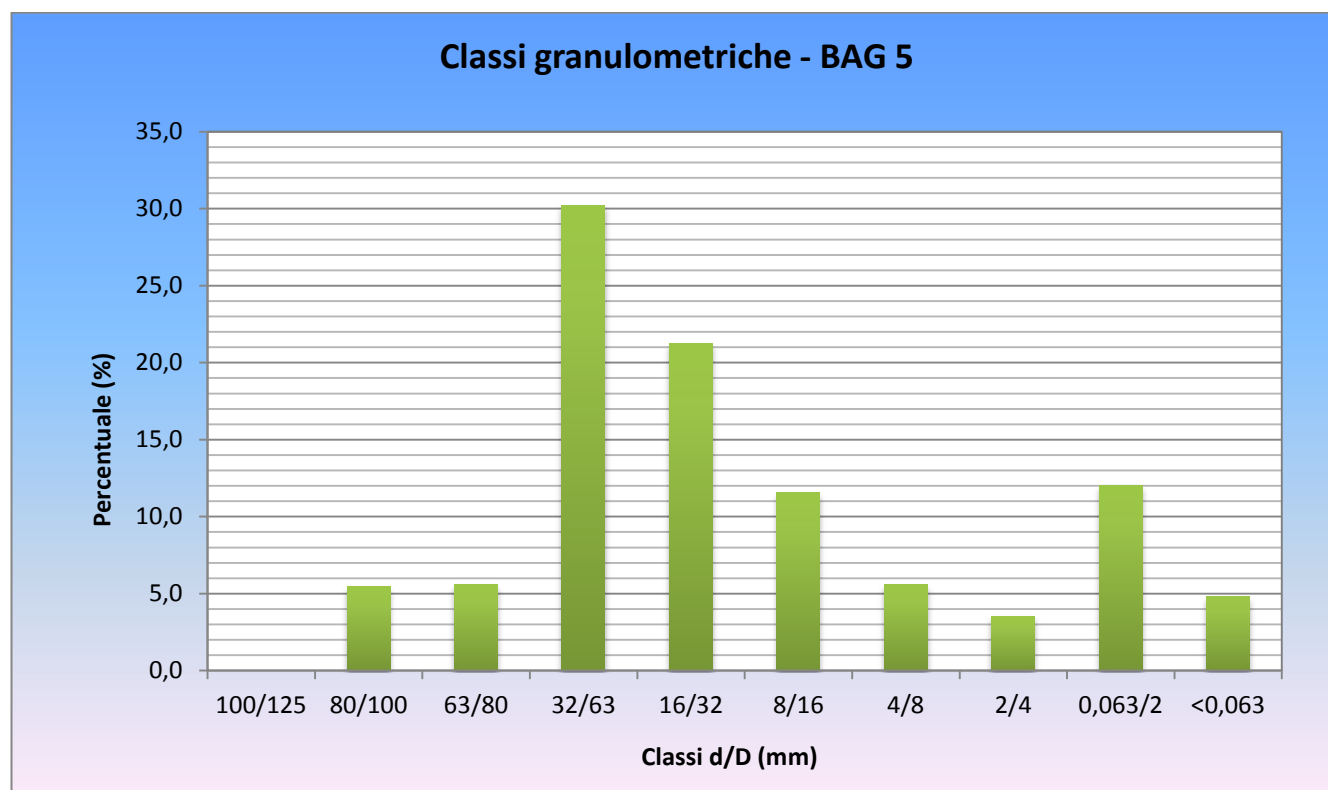
Il  $D_{\max}$  dello strato superficiale è stato misurato pari a  $\Phi = 14,6$  mm.

Di conseguenza lo spessore dello strato superficiale diventa 30 cm, successivamente rimosso mediante escavatore idraulico.

Il  $D_{\max}$  del substrato è stato misurato pari a  $\Phi = 10,0$  mm. Il peso del campione da sottoporre ad analisi granulometrica diventa pari 120 kg.



*Ripresa del substrato BAG5*

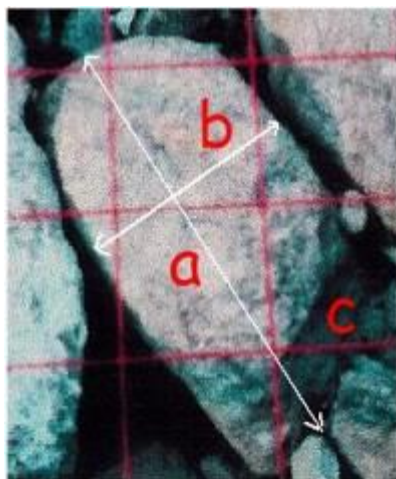


*Classi granulometriche del substrato*



## 9.6 Analisi numerale dello strato superficiale

Nei cinque siti di campionamento sono stati considerati 5 transetti rappresentativi nei quali sono stati conteggiati tutti i granuli di ghiaia con diametro superiore a 2 mm (limite massimo consentito dalla tecnica fotografica) e determinati i rispettivi lati B.



Dimensioni del ciottolo. Si indicano convenzionalmente con "a" il diametro massimo, con "b" quello intermedio e con "c" quello minore. Il diametro di riferimento per la classificazione granulometrica è il diametro intermedio "b".

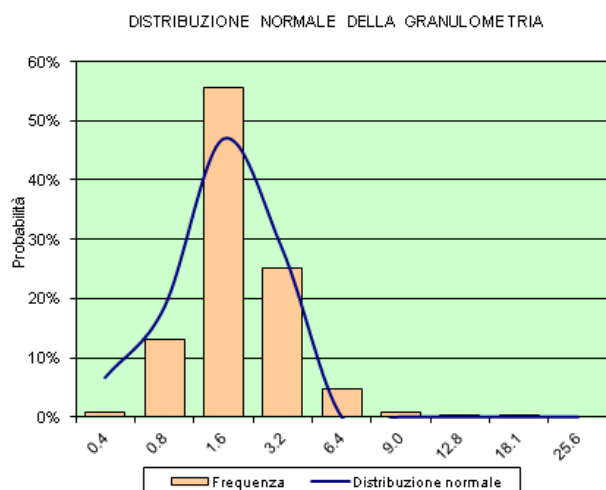


*Granulometria dell'alveo in corrispondenza della cassa di espansione in progetto*

## Analisi numerale del Campione BAG1

All'interno del transetto di maglia  $2 \times 2$  m è stato rilevato un campione di 7376 ciottoli di ghiaia.

Diametro medio	1,5	cm
Diametro massimo	14,6	cm
Diametro minimo	0,2	cm
Diametro deviazione standard	1,1	cm
n. dati	7376	



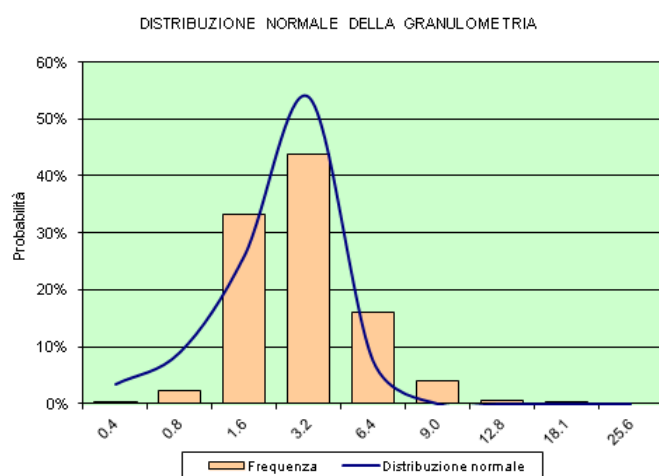
## Classi e dimensioni dei sedimenti incoerenti (American Geophysical Union)

Classi granulometriche	DIAMETRO		CUMULAT	FREQ.	%	CUMUL
	cm	cm	NORMALE	CUMULAT	FREQ.	%
Ghiaia molto fine	0,2	0,4	7%	14%	52	1%
Ghiaia fine	0,4	0,8	18%	24%	972	13%
Ghiaia media	0,8	1,6	47%	52%	4088	55%
Ghiaia grossa	1,6	3,2	28%	94%	1857	25%
Ghiaia molto grossa	3,2	6,4	0%	100%	344	5%
Ciottoli piccoli	6,4	9,0	0%	100%	51	1%
Ciottoli piccoli	9	12,8	0%	100%	8	0%
Ciottoli grossi	12,8	18,1	0%	100%	4	0%
Ciottoli grossi	18,1	25,6	0%	100%	0	0%

## Analisi numerale del Campione BAG2

All'interno del transetto di maglia  $2 \times 2$  m è stato rilevato un campione di 3060 ciottoli di ghiaia.

Diametro medio	2,5	cm
Diametro massimo	14,7	cm
Diametro minimo	0,4	cm
Diametro deviazione standard	1,7	cm
n. dati	3060	



## Classi e dimensioni dei sedimenti incoerenti (American Geophysical Union)

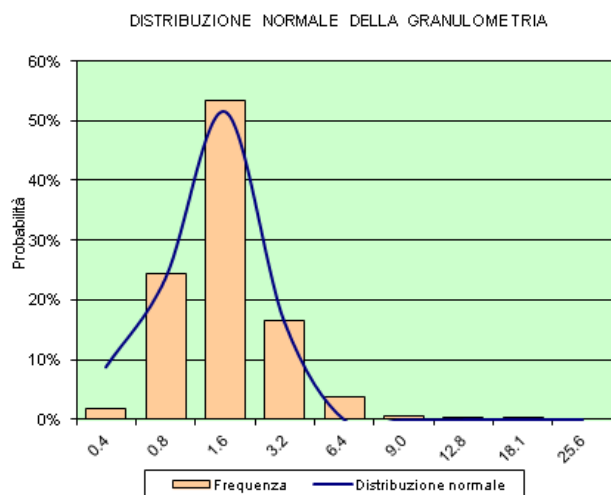
Classi granulometriche	DIAMETRO		CUMULAT	FREQ.	%	CUMUL
	cm	cm	NORMALE	CUMULAT	FREQ.	%
Ghiaia molto fine	0,2	0,4	3%	11%	2	0%
Ghiaia fine	0,4	0,8	9%	16%	72	2%
Ghiaia media	0,8	1,6	26%	30%	1014	33%
Ghiaia grossa	1,6	3,2	54%	67%	1336	44%
Ghiaia molto grossa	3,2	6,4	8%	99%	494	16%
Ciottoli piccoli	6,4	9,0	0%	100%	122	4%
Ciottoli piccoli	9	12,8	0%	100%	15	0%
Ciottoli grossi	12,8	18,1	0%	100%	5	0%
Ciottoli grossi	18,1	25,6	0%	100%	0	0%



## Analisi numerale del Campione BAG3

All'interno del transetto di maglia  $2 \times 2$  m è stato rilevato un campione di 4852 ciottoli di ghiaia.

Diametro medio	1,3	cm
Diametro massimo	14,7	cm
Diametro minimo	0,2	cm
Diametro deviazione standard	1,0	cm
n. dati	4852	



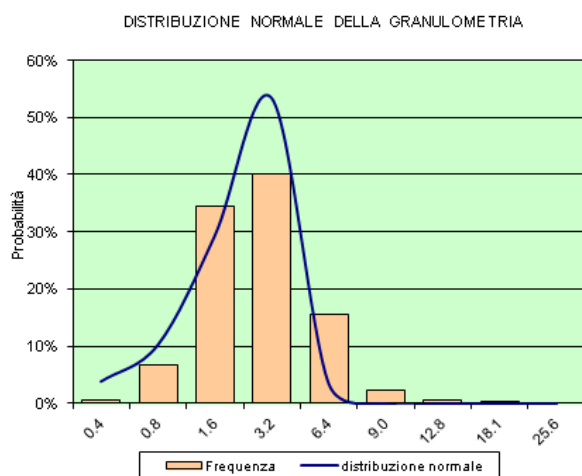
## Classi e dimensioni dei sedimenti incoerenti (American Geophysical Union)

Classi granulometriche	DIAMETRO		CUMULAT	FREQ.	%	CUMUL
	cm	cm	NORMALE	CUMULAT	FREQ.	%
Ghiaia molto fine	0,2	0,4	9%	18%	82	2%
Ghiaia fine	0,4	0,8	24%	30%	1177	24%
Ghiaia media	0,8	1,6	52%	62%	2585	53%
Ghiaia grossa	1,6	3,2	16%	97%	805	17%
Ghiaia molto grossa	3,2	6,4	0%	100%	176	4%
Ciottoli piccoli	6,4	9,0	0%	100%	23	0%
Ciottoli piccoli	9	12,8	0%	100%	3	0%
Ciottoli grossi	12,8	18,1	0%	100%	1	0%
Ciottoli grossi	18,1	25,6	0%	100%	0	0%

## Analisi numerale del Campione BAG4

All'interno del transetto di maglia  $2 \times 2$  m è stato rilevato un campione di 2304 ciottoli di ghiaia.

Diametro medio	2,3	cm
Diametro massimo	14,8	cm
Diametro minimo	0,3	cm
Diametro deviazione standard	1,5	cm
n. dati	2034	



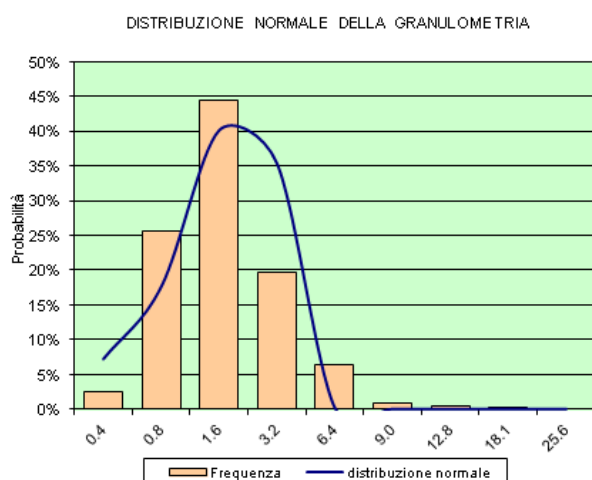
## Classi e dimensioni dei sedimenti incoerenti (American Geophysical Union)

Classi granulometriche	DIAMETRO		CUMULAT	FREQ.	%	CUMUL
	cm	cm	NORMALE	CUMULAT	FREQ.	%
Ghiaia molto fine	0,2	0,4	4%	11%	13	1%
Ghiaia fine	0,4	0,8	10%	17%	153	7%
Ghiaia media	0,8	1,6	29%	33%	795	35%
Ghiaia grossa	1,6	3,2	53%	73%	922	40%
Ghiaia molto grossa	3,2	6,4	3%	100%	356	15%
Ciottoli piccoli	6,4	9,0	0%	100%	53	2%
Ciottoli piccoli	9	12,8	0%	100%	10	0%
Ciottoli grossi	12,8	18,1	0%	100%	2	0%
Ciottoli grossi	18,1	25,6	0%	100%	0	0%

## Analisi numerale del Campione BAG5

All'interno del transetto di maglia  $2 \times 2$  m è stato rilevato un campione di 6132 ciottoli di ghiaia.

Diametro medio	1,5	cm
Diametro massimo	15,3	cm
Diametro minimo	0,2	cm
Diametro deviazione standard	1,3	cm
n. dati	6132	



## Classi e dimensioni dei sedimenti incoerenti (American Geophysical Union)

Classi granulometriche	DIAMETRO		CUMULAT	FREQ.	%	CUMUL
	cm	cm	NORMALE	CUMULAT	FREQ.	%
Ghiaia molto fine	0,2	0,4	7%	21%	148	2%
Ghiaia fine	0,4	0,8	18%	30%	1573	26%
Ghiaia media	0,8	1,6	40%	53%	2721	44%
Ghiaia grossa	1,6	3,2	35%	90%	1208	20%
Ghiaia molto grossa	3,2	6,4	0%	100%	392	6%
Ciottoli piccoli	6,4	9,0	0%	100%	58	1%
Ciottoli piccoli	9	12,8	0%	100%	27	0%
Ciottoli grossi	12,8	18,1	0%	100%	5	0%
Ciottoli grossi	18,1	25,6	0%	100%	0	0%



**APPENDICE 1** Indagini geofisiche MASW 1D

**APPENDICE 2** Certificati analisi granulometriche sui campioni BAG 1 -2-3-4-5

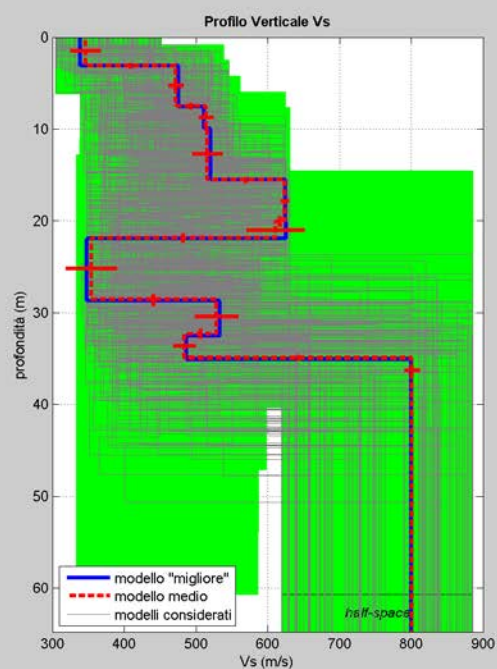
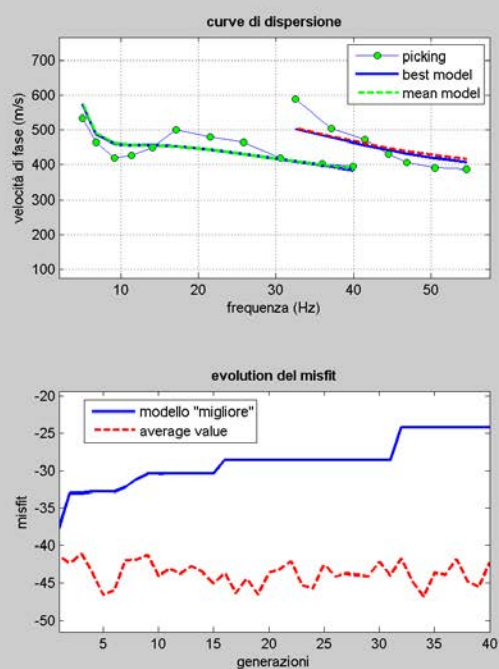
**APPENDICE 3** Certificati delle Prove Lefranc

**APPENDICE 4** Tabelle delle analisi chimiche sui campioni dei pozzetti TA

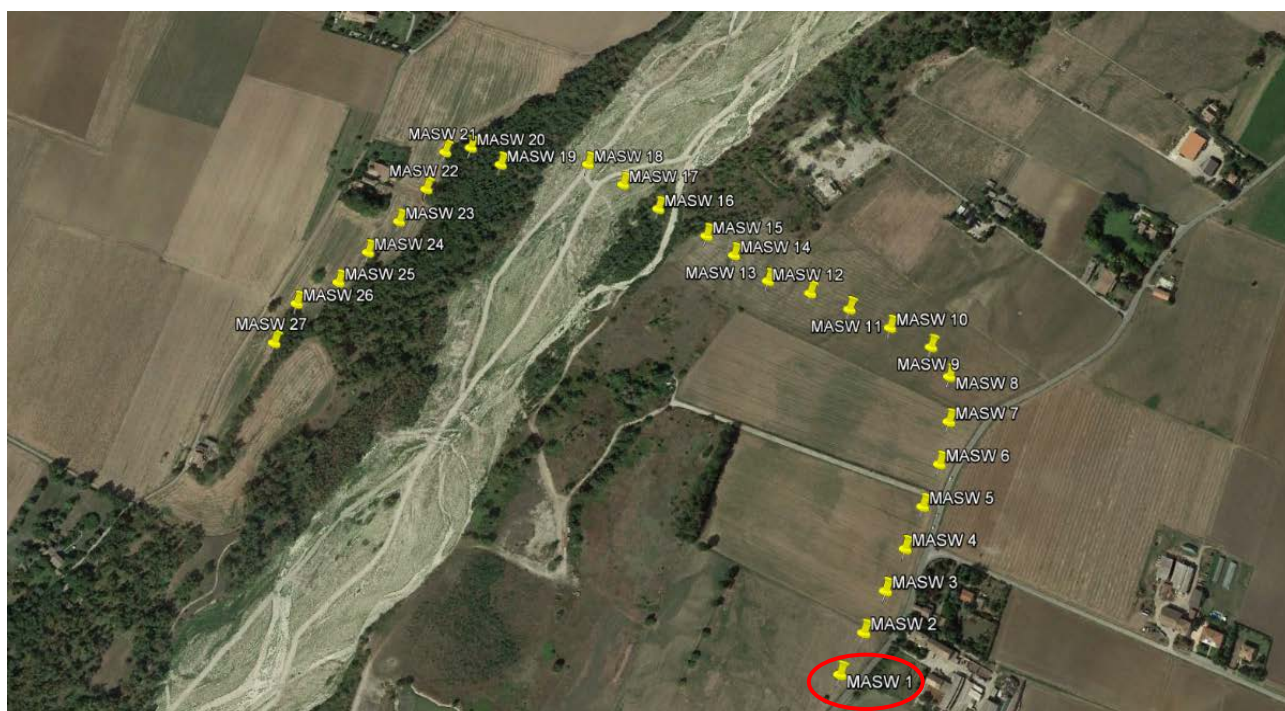
## **APPENDICE 1**

### **Indagini geofisiche MASW 1D**

# MASW 1

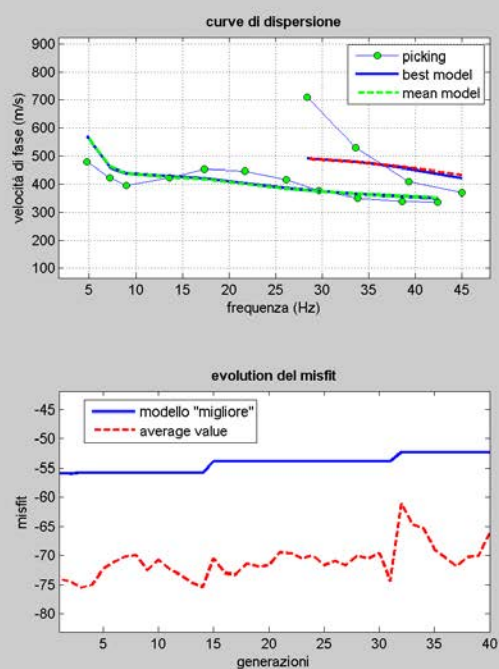


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 454 m/s  
VS30 (modello medio): 456 m/s

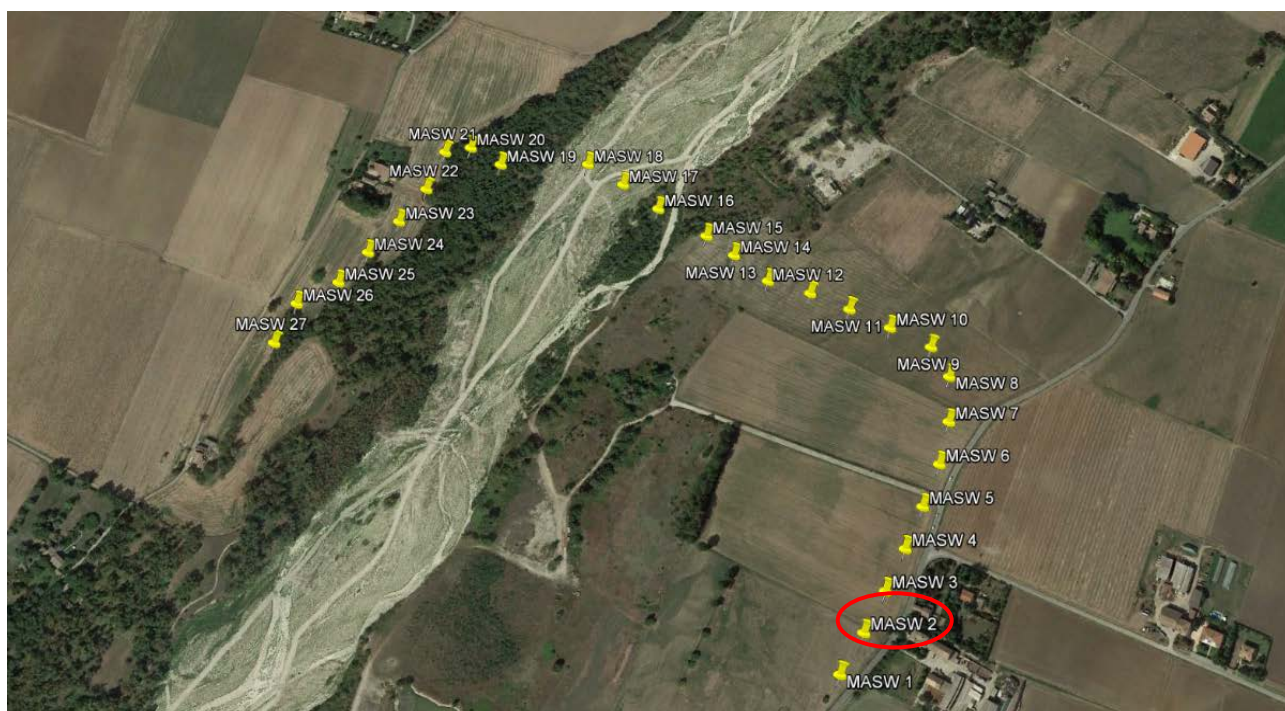




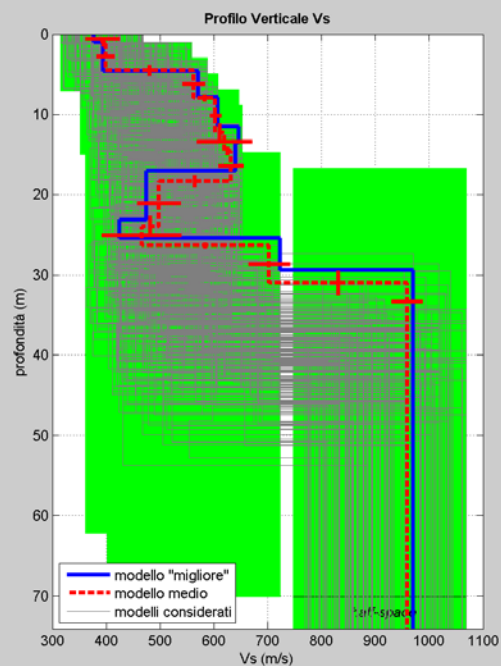
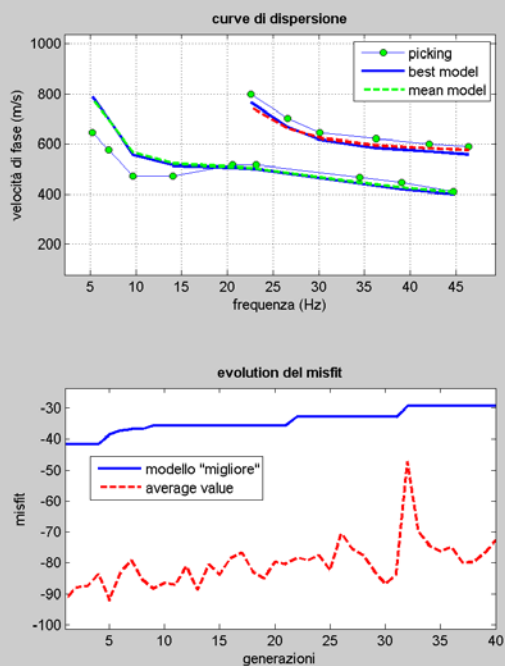
## MASW 2



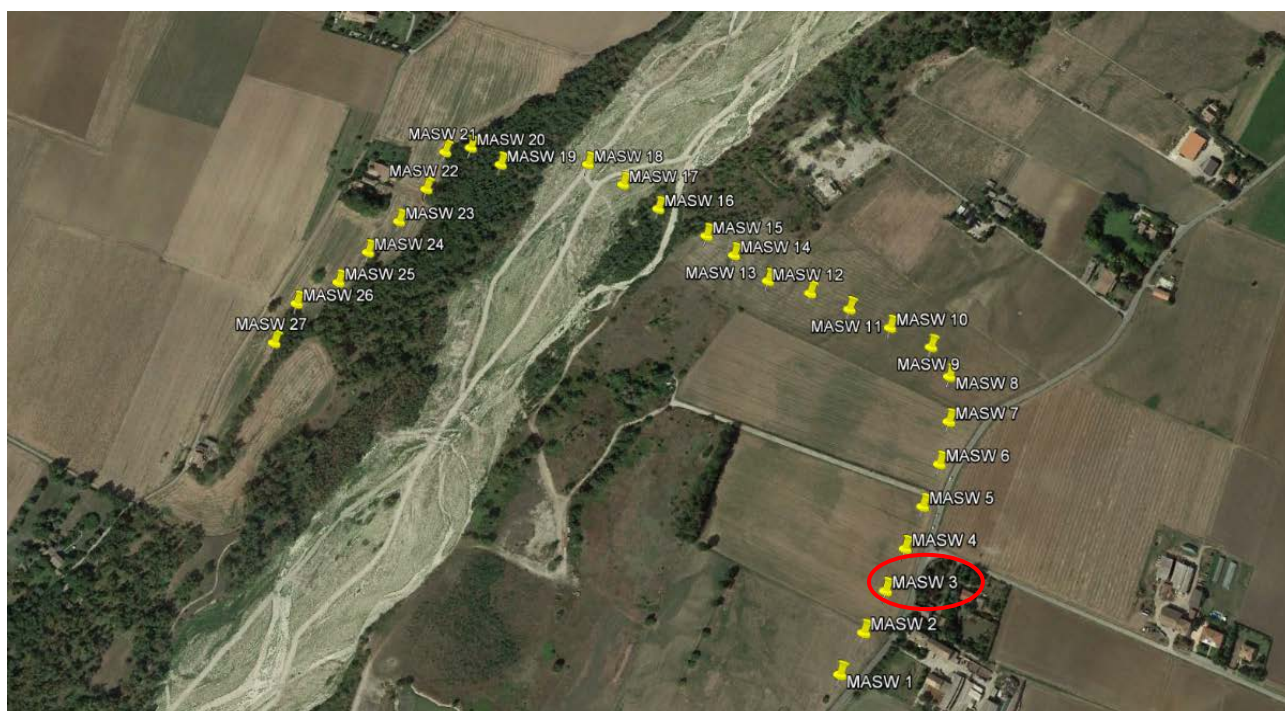
curve di dispersione: pick.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 426 m/s  
 VS30 (modello medio): 432 m/s



## MASW 3

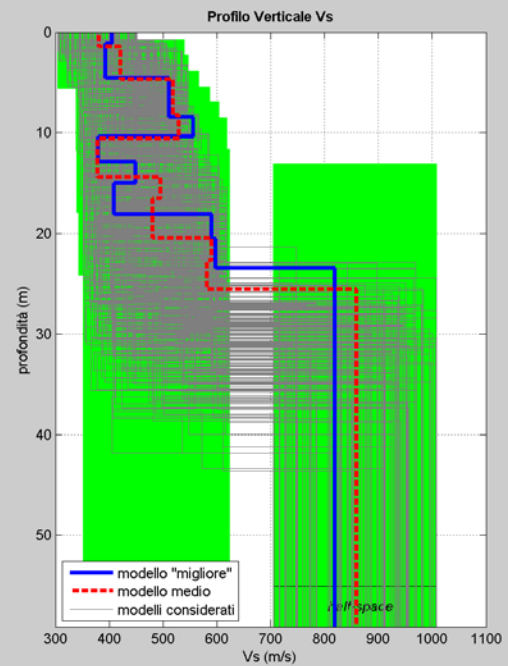
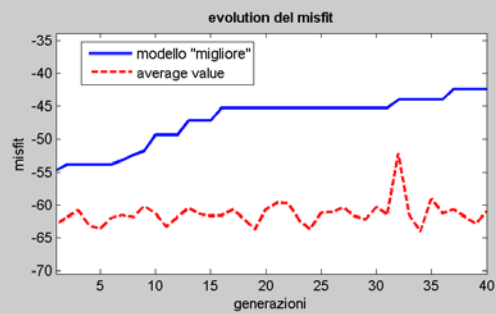
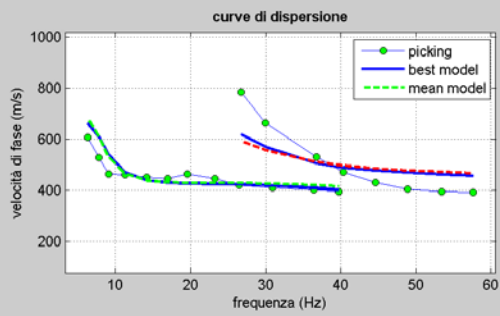


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 531 m/s  
VS30 (modello medio): 536 m/s

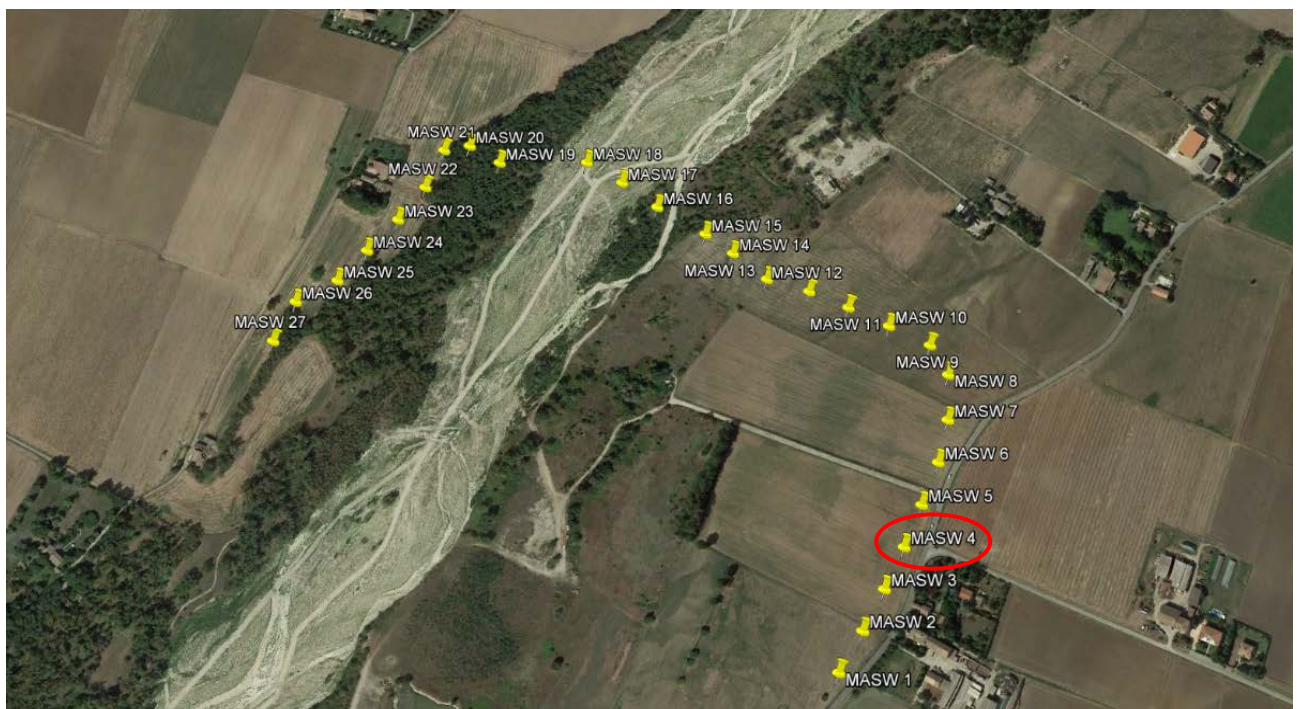




## MASW 4

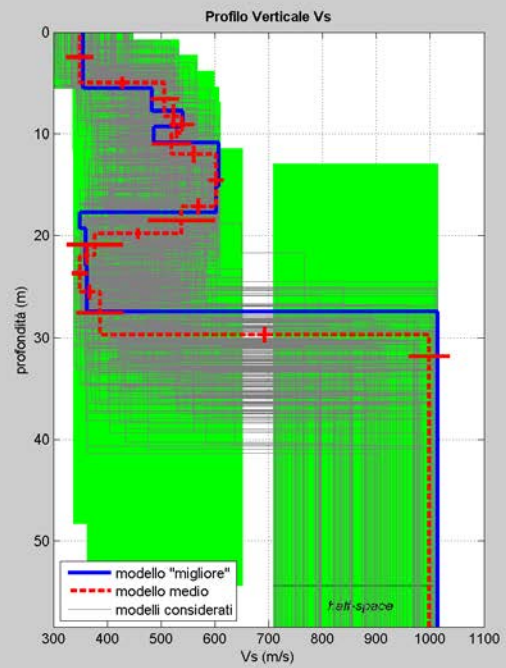
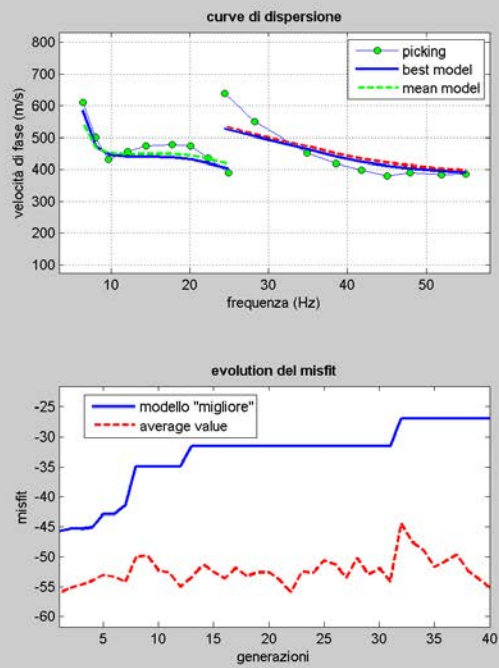


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 512 m/s  
VS30 (modello medio): 506 m/s

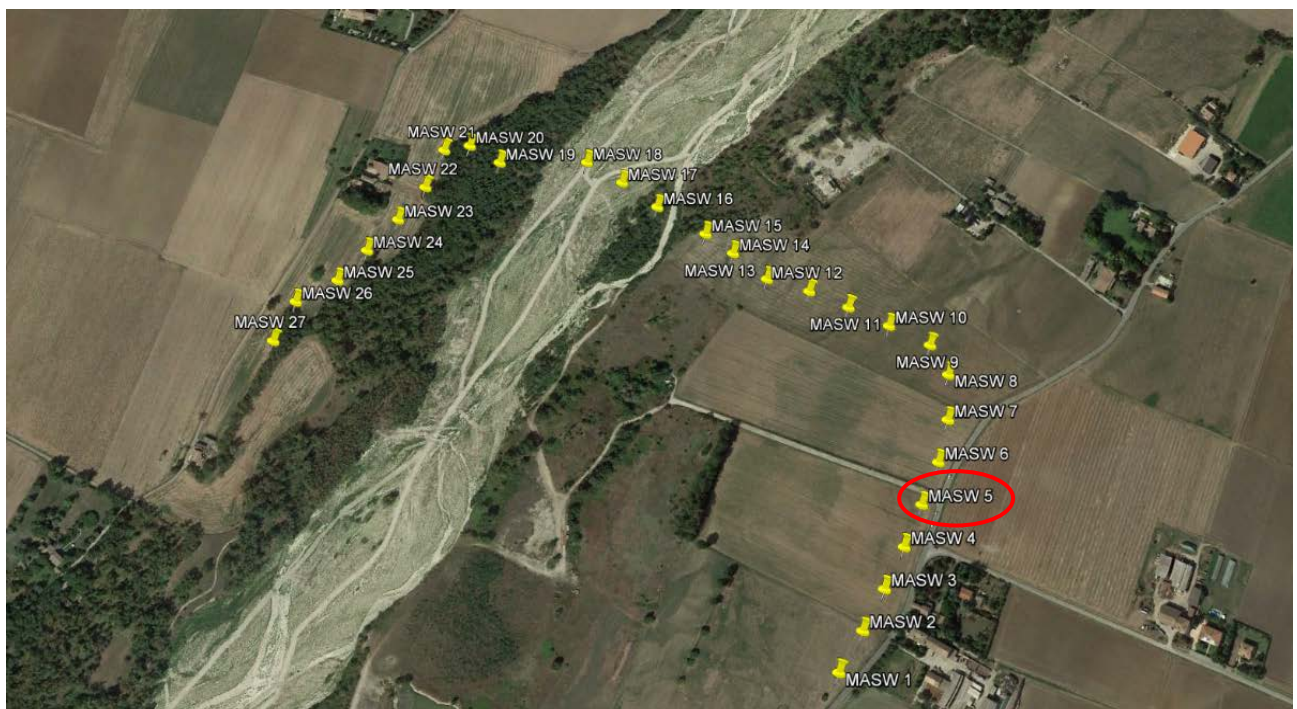




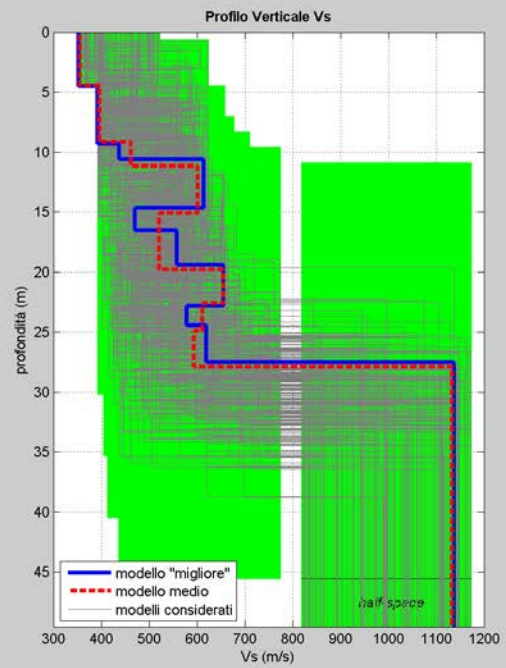
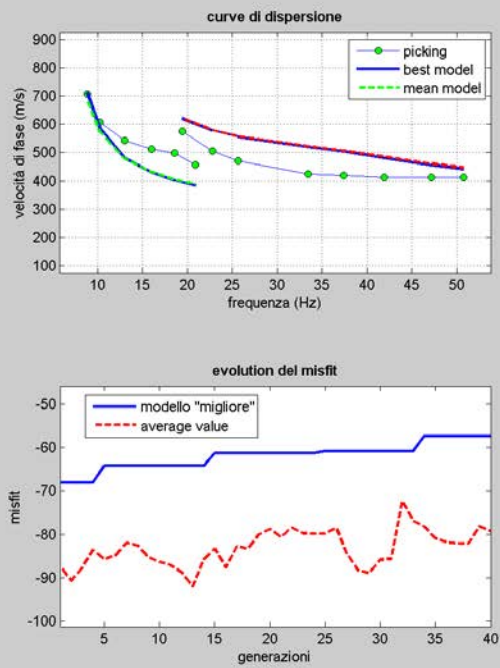
## MASW 5



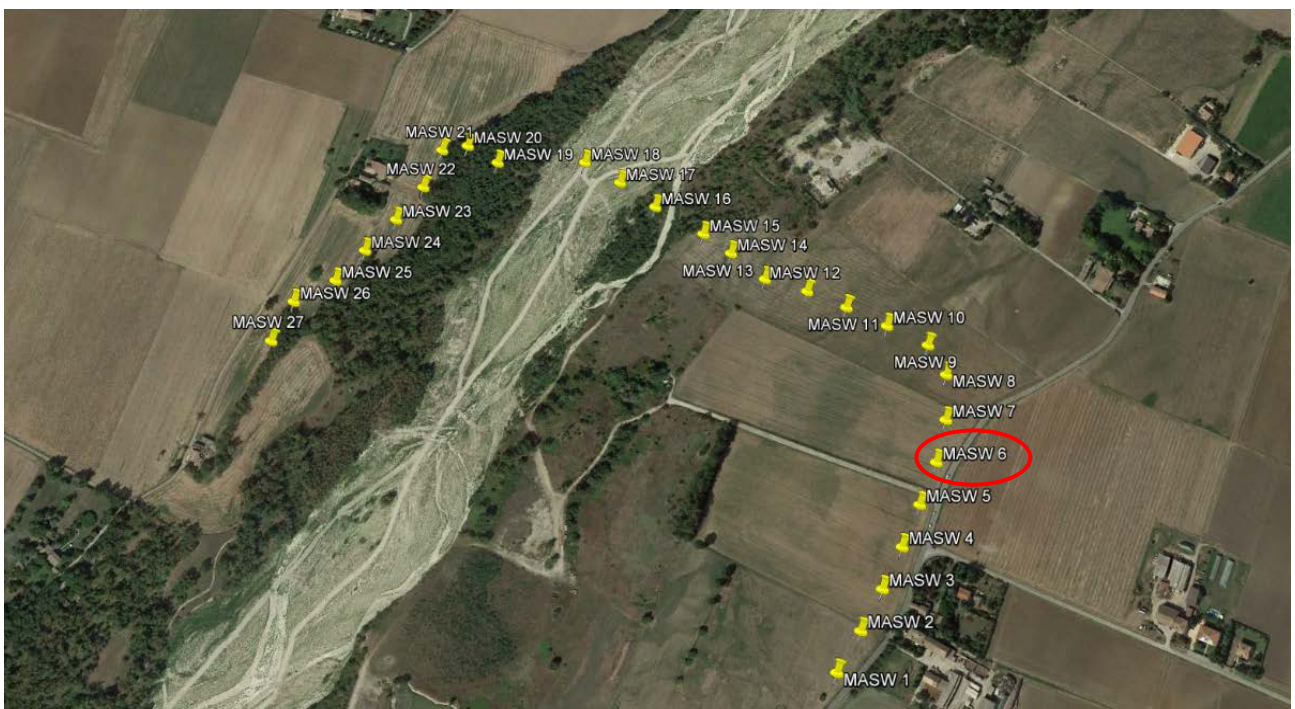
curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 448 m/s  
VS30 (modello medio): 439 m/s



## MASW 6

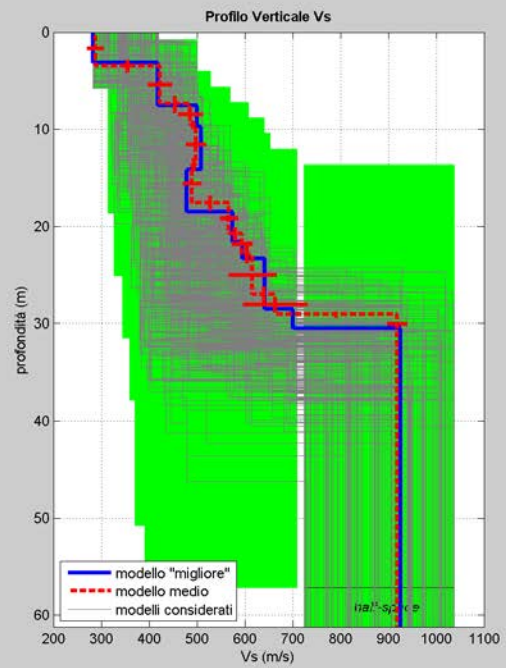
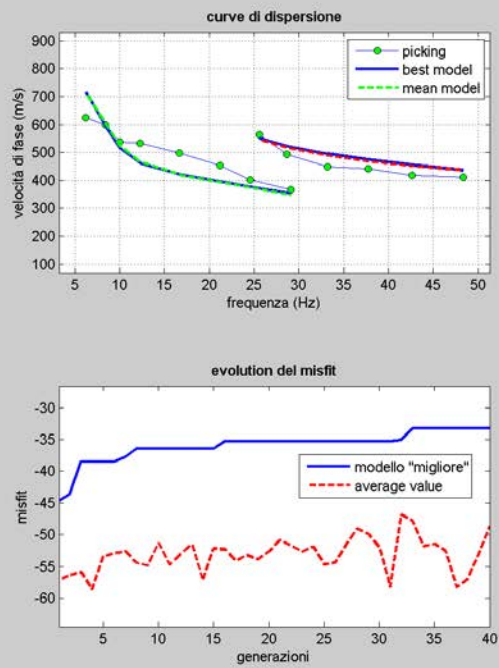


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 510 m/s  
VS30 (modello medio): 506 m/s

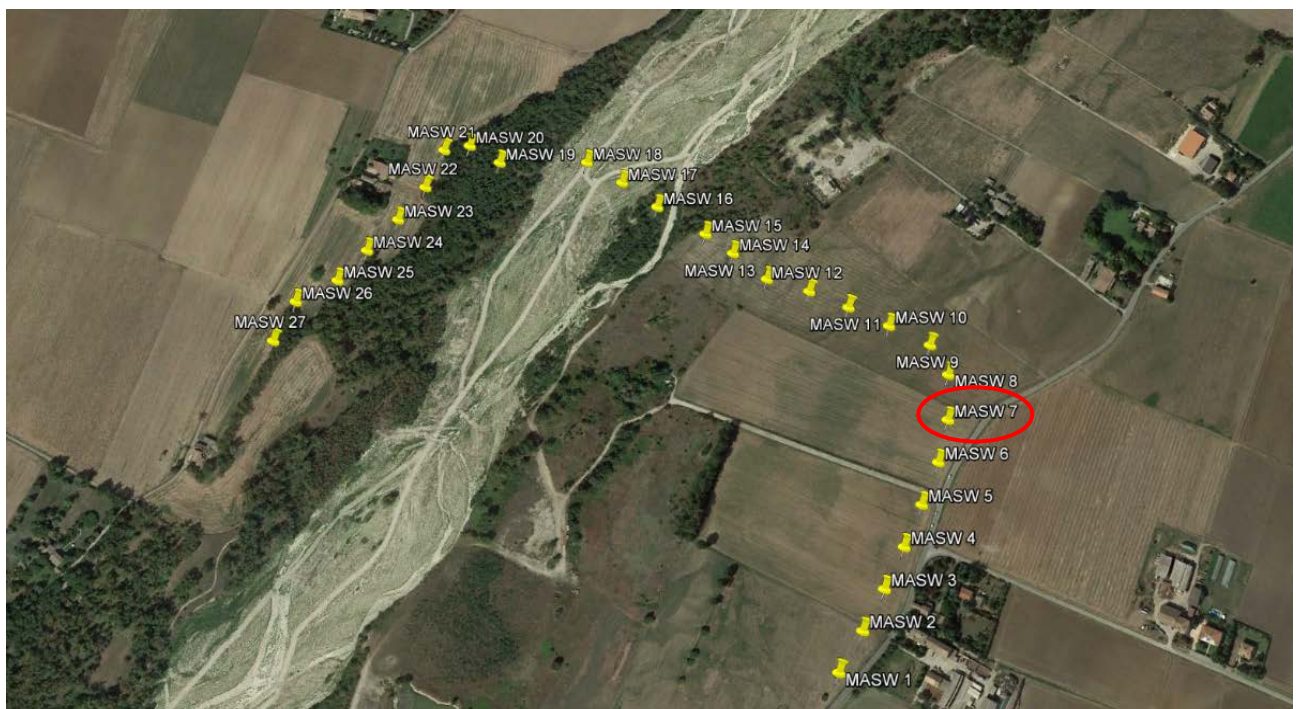




## MASW 7

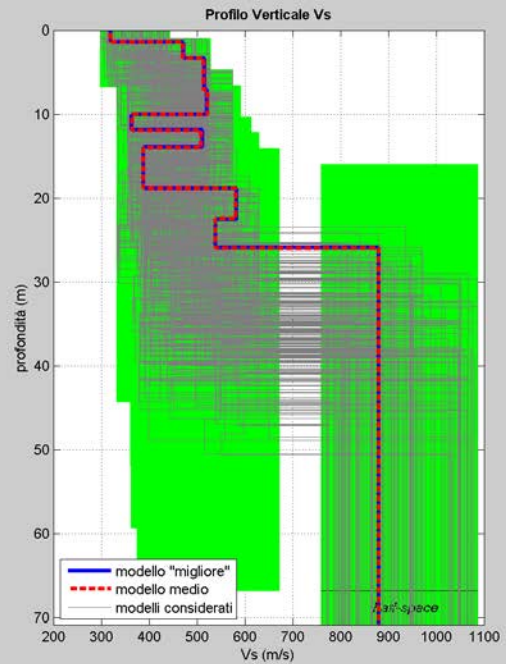
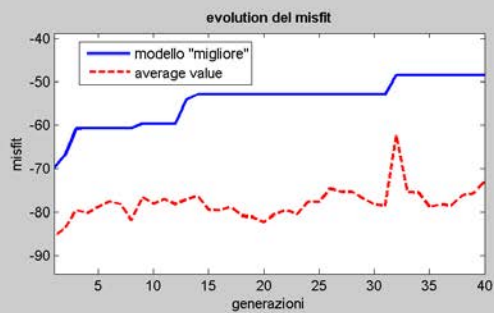
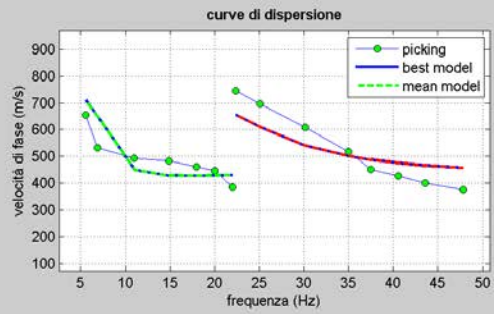


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 481 m/s  
VS30 (modello medio): 484 m/s

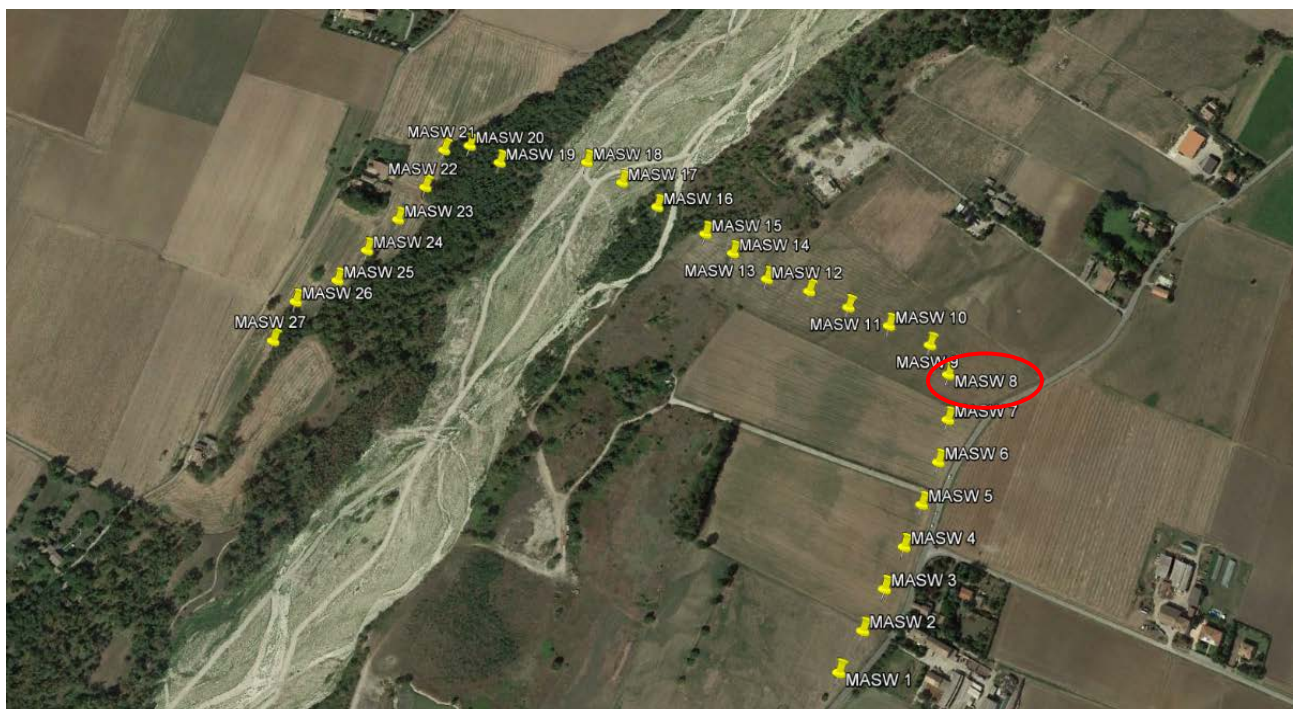




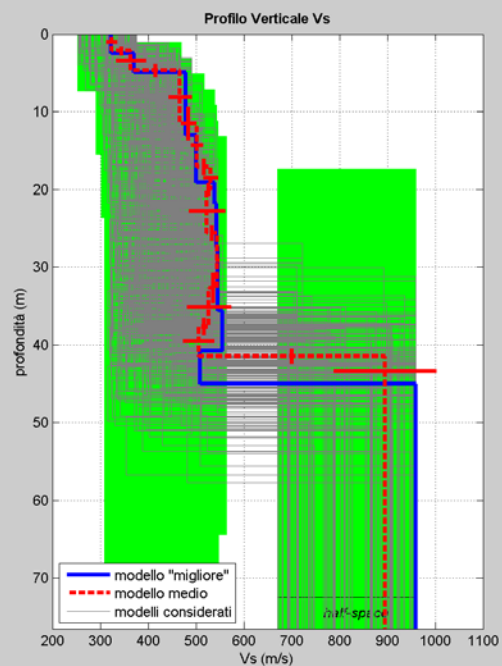
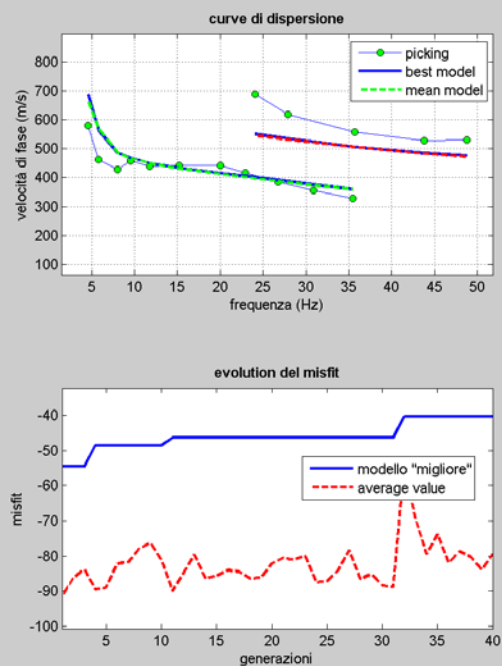
## MASW 8



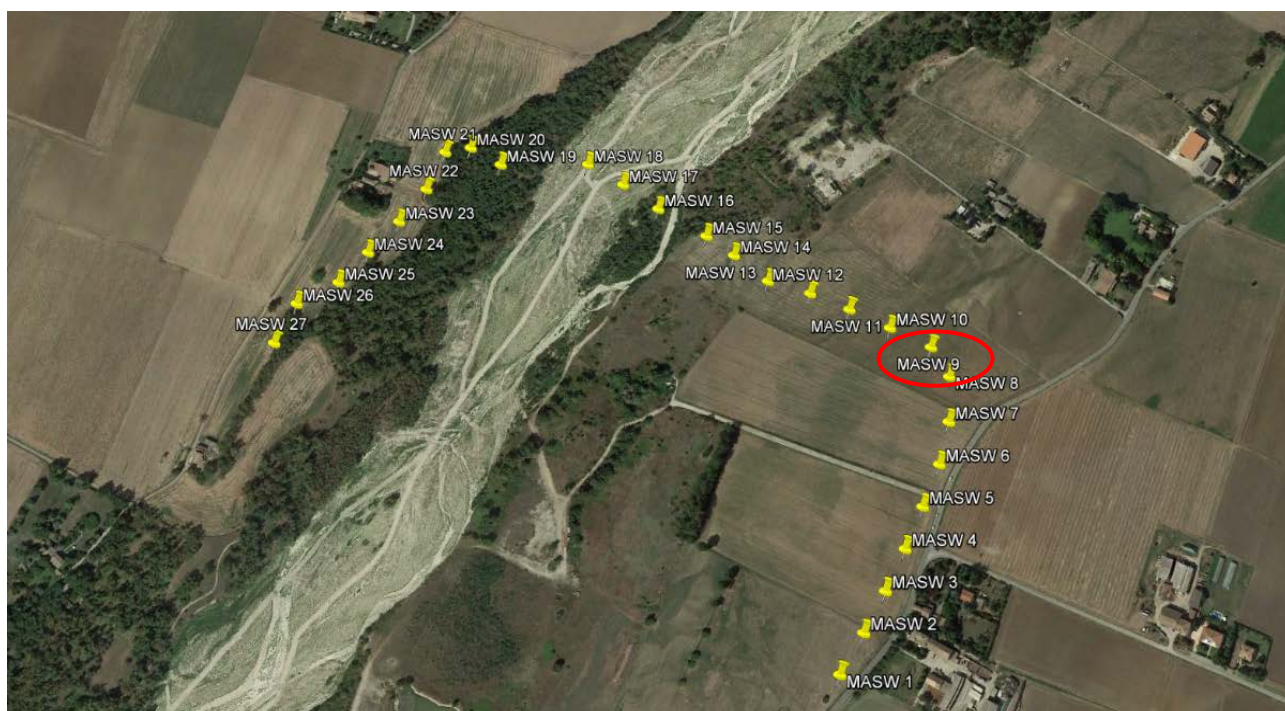
curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 496 m/s  
VS30 (modello medio): 496 m/s



## MASW 9

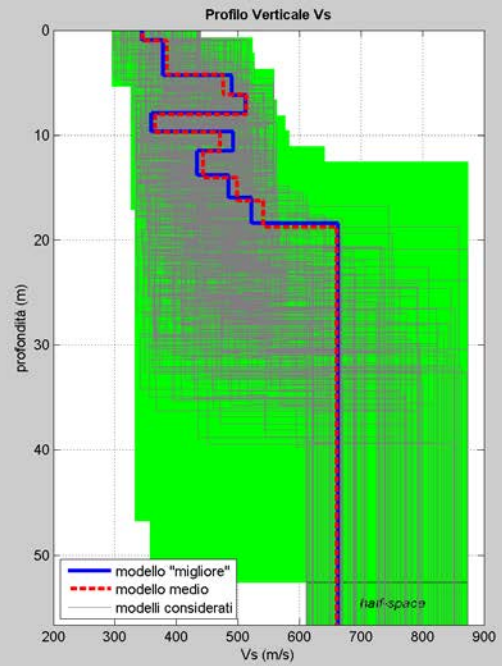
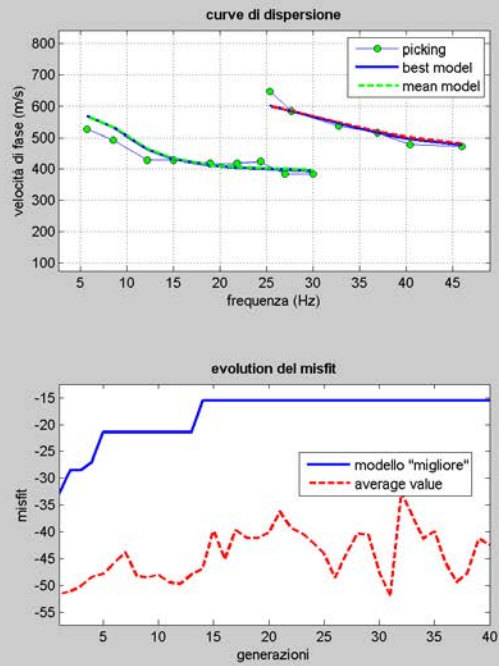


curve di dispersione: pick.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 474 m/s  
 VS30 (modello medio): 472 m/s

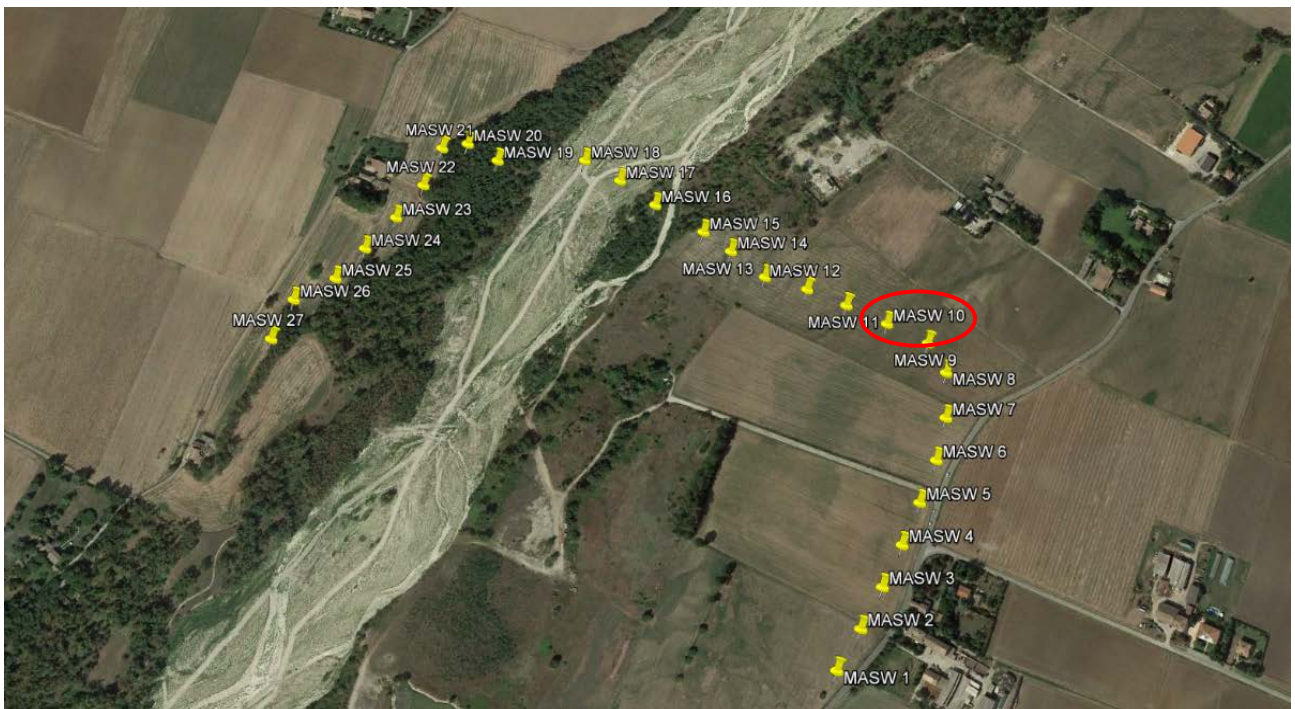




## MASW 10

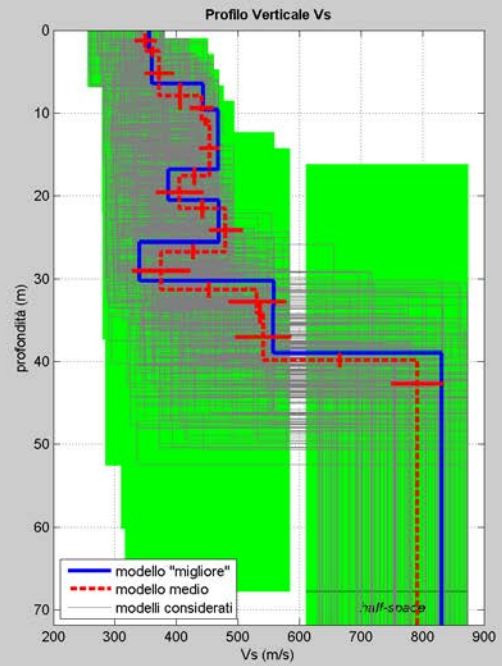
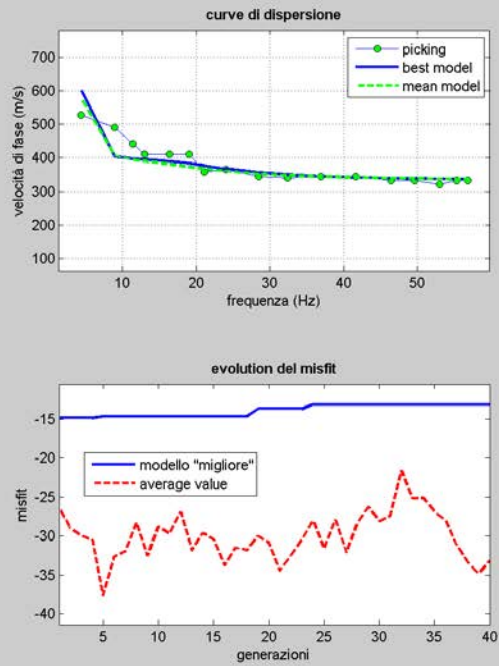


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 505 m/s  
VS30 (modello medio): 506 m/s

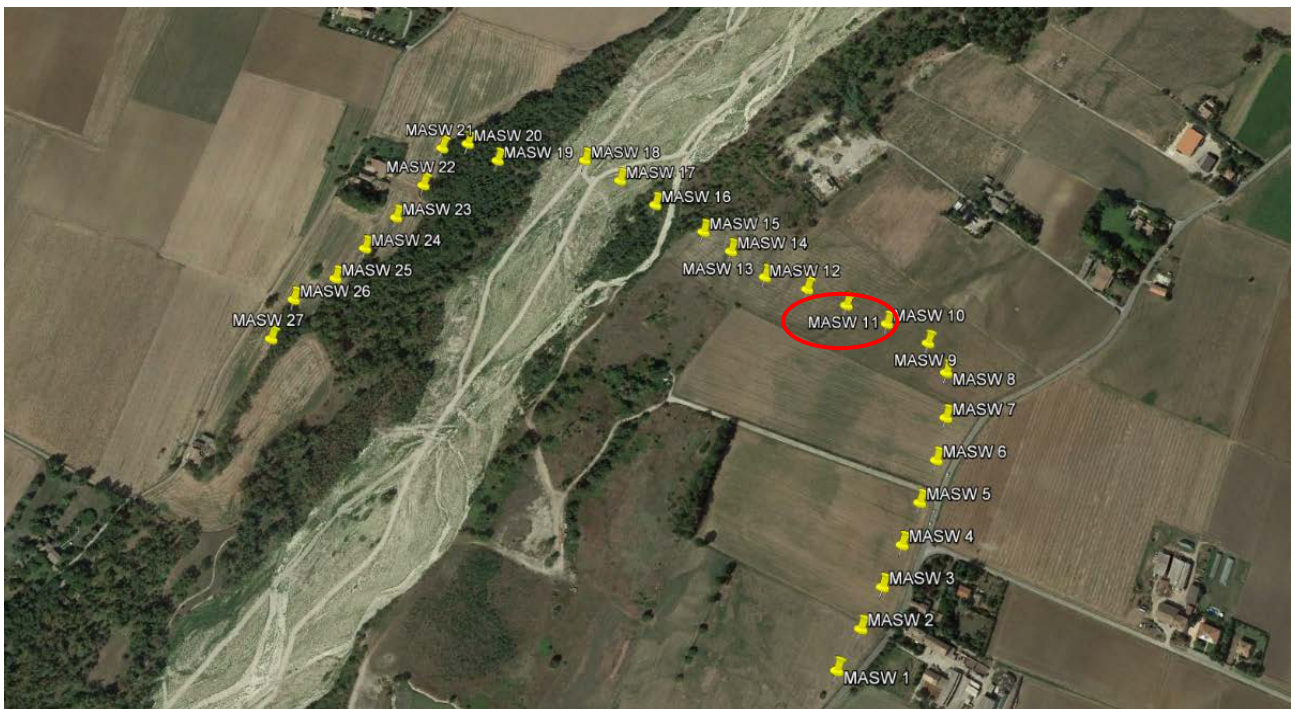




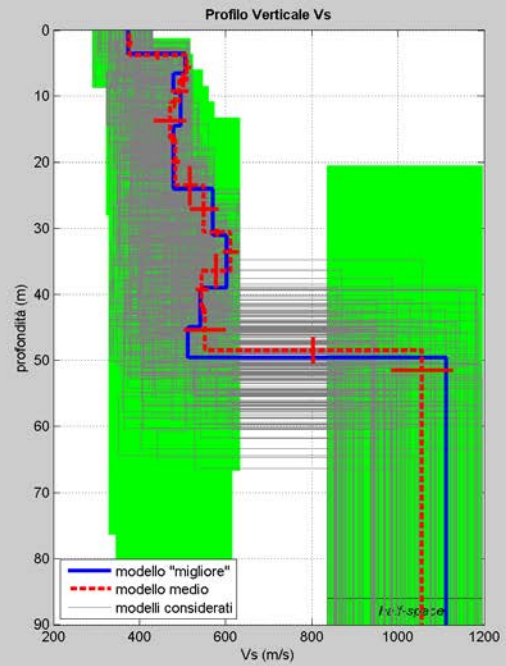
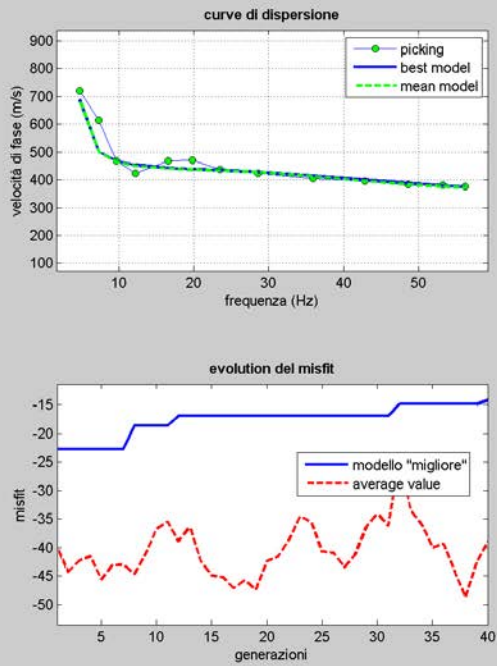
## MASW 11



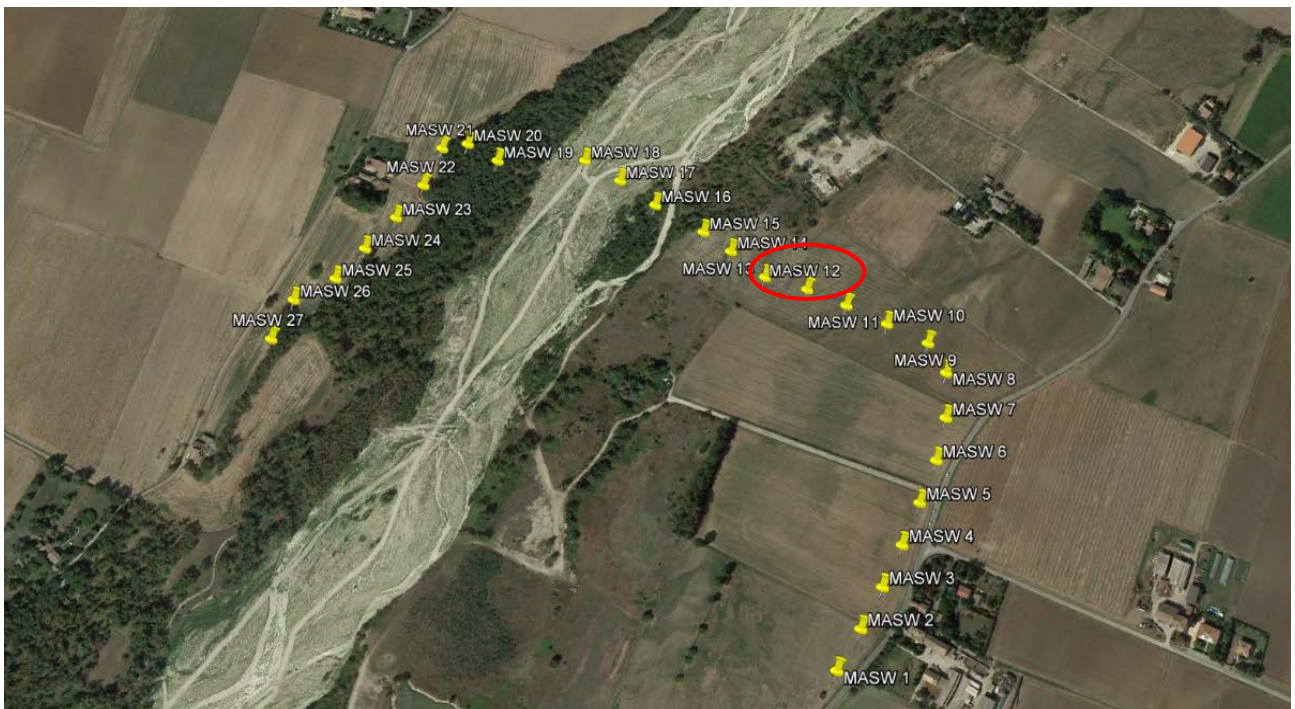
curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 406 m/s  
VS30 (modello medio): 414 m/s



## MASW 12

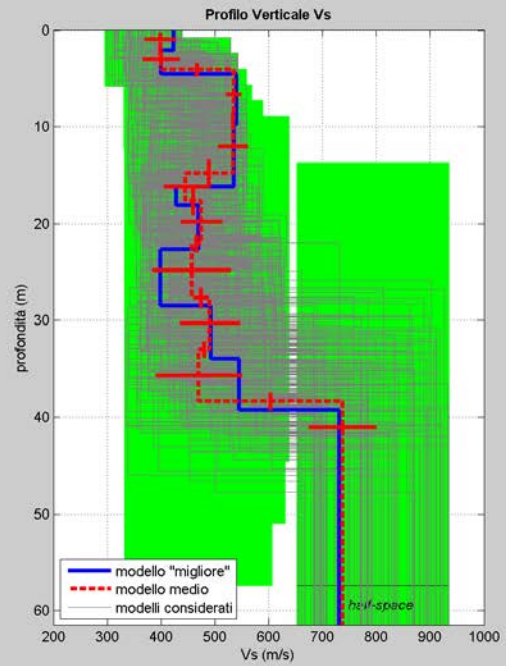
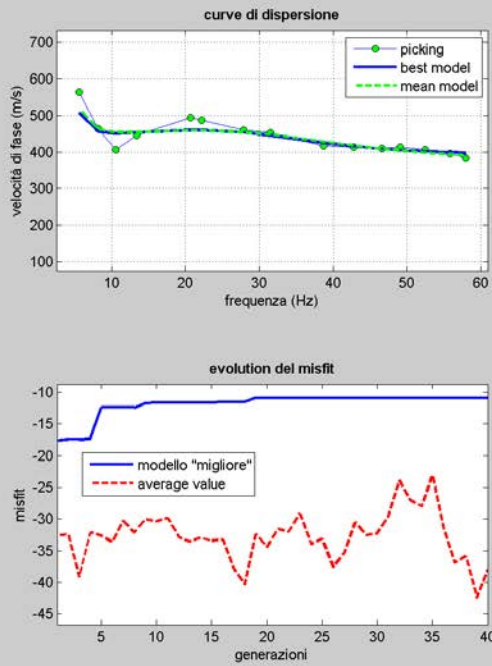


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 484 m/s  
VS30 (modello medio): 480 m/s

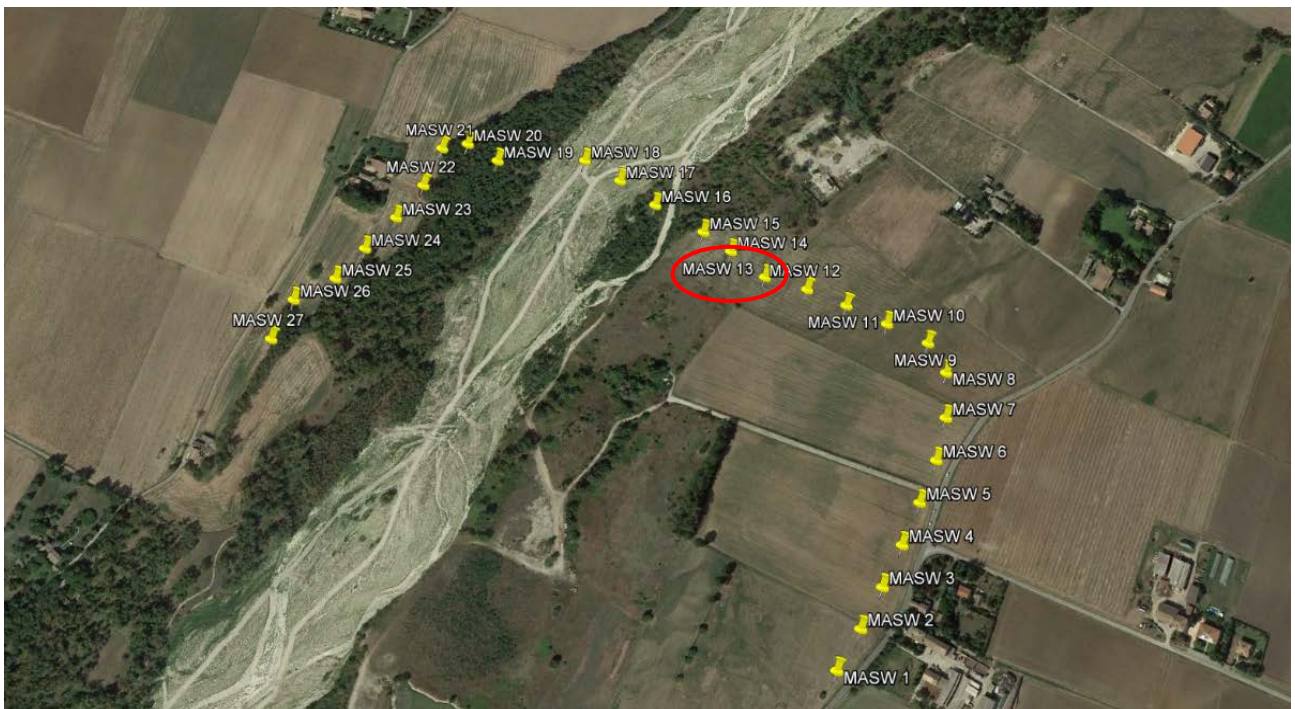




## MASW 13

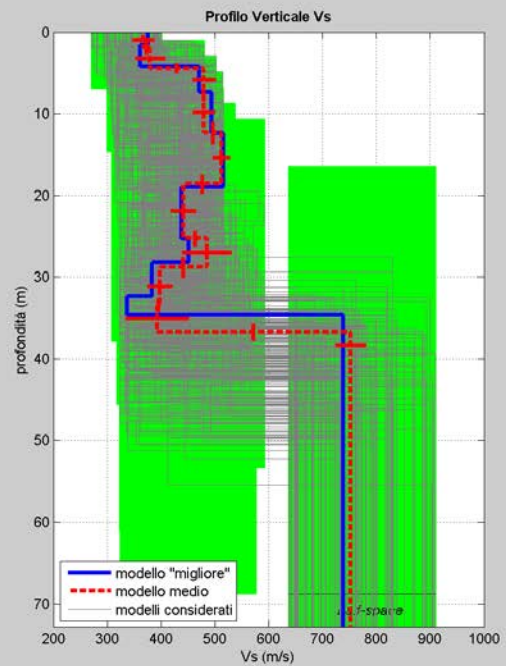
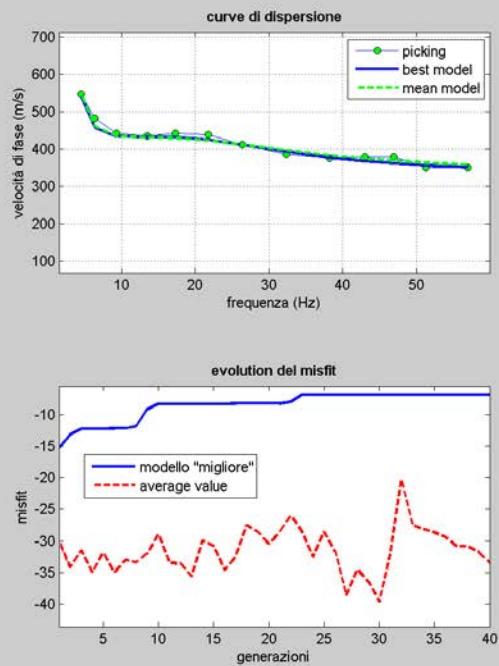


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 465 m/s  
VS30 (modello medio): 476 m/s

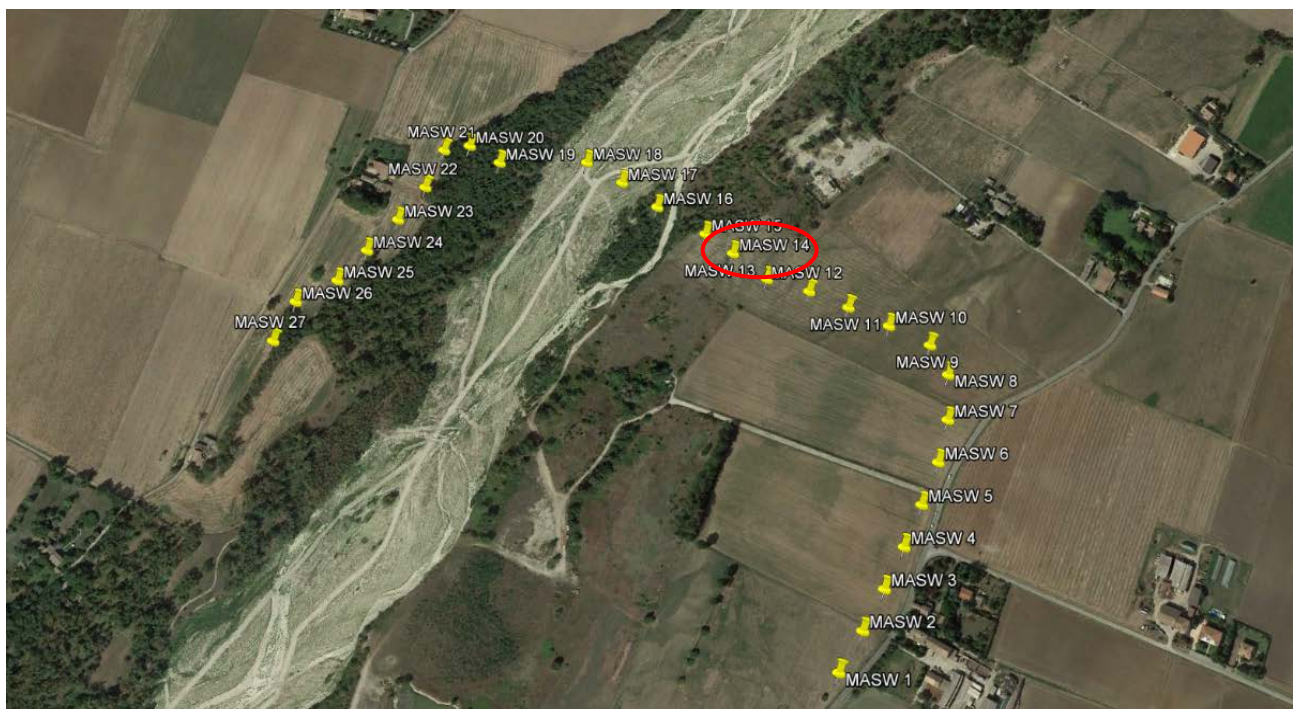




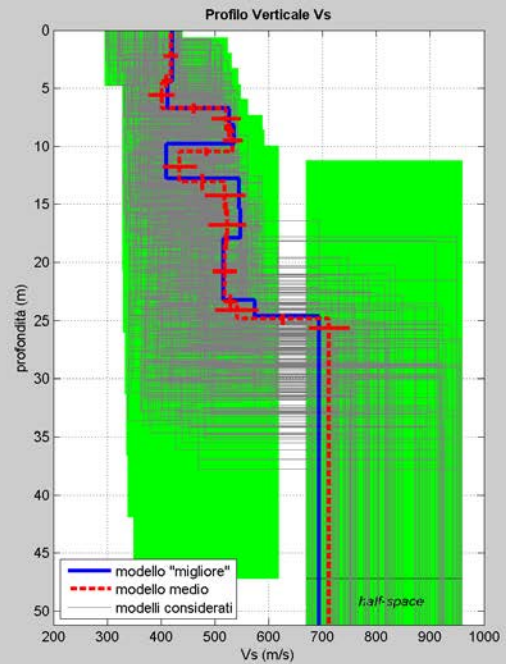
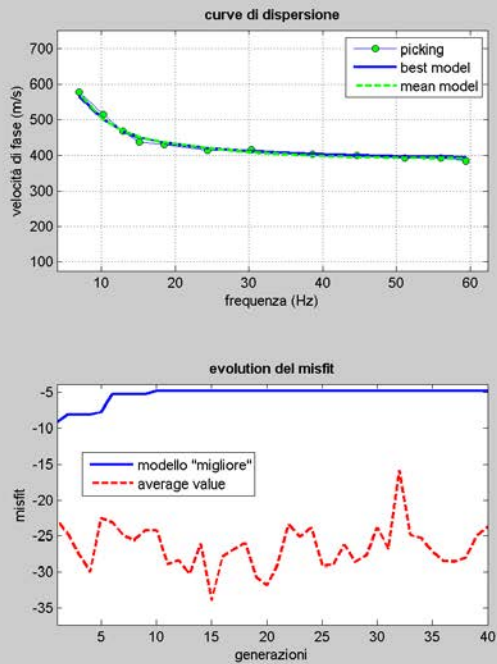
## MASW 14



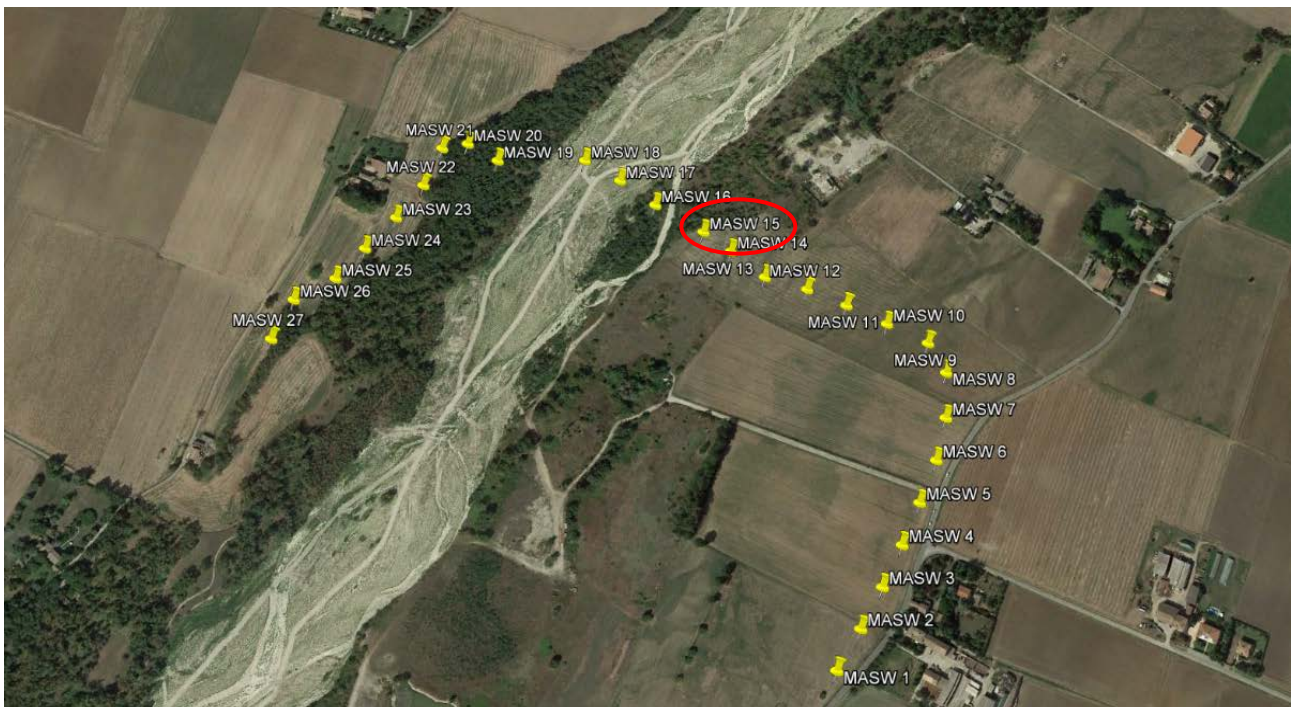
curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 450 m/s  
VS30 (modello medio): 455 m/s



## MASW 15

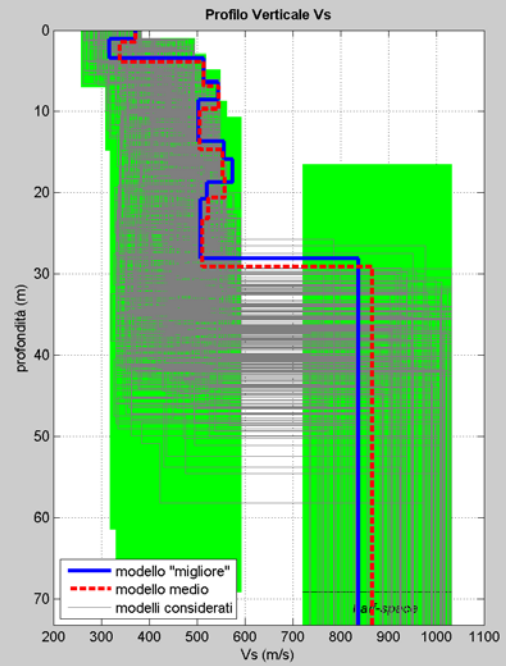
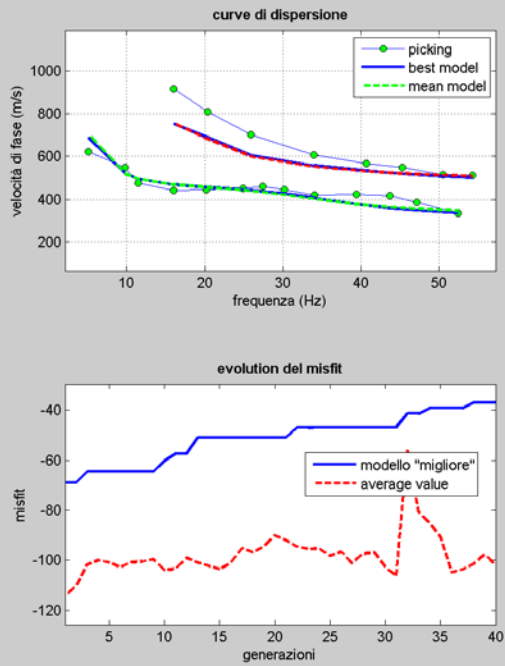


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 508 m/s  
VS30 (modello medio): 507 m/s

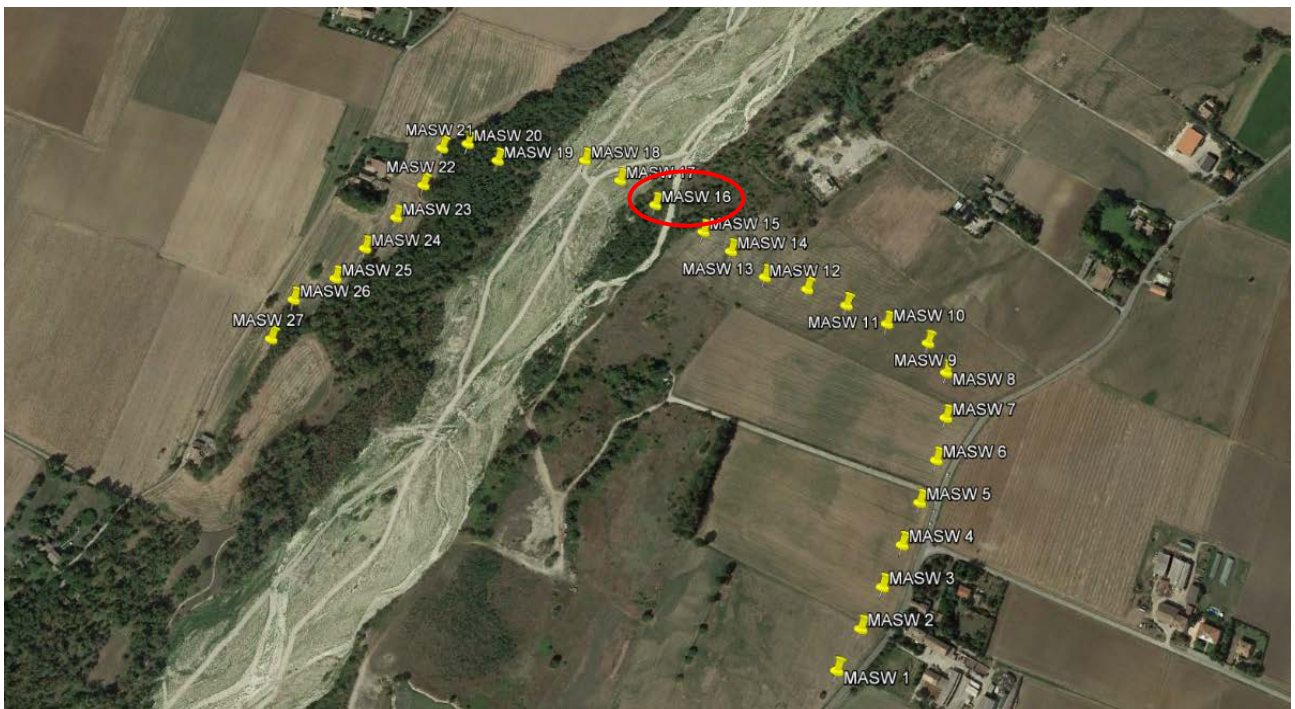




## MASW 16

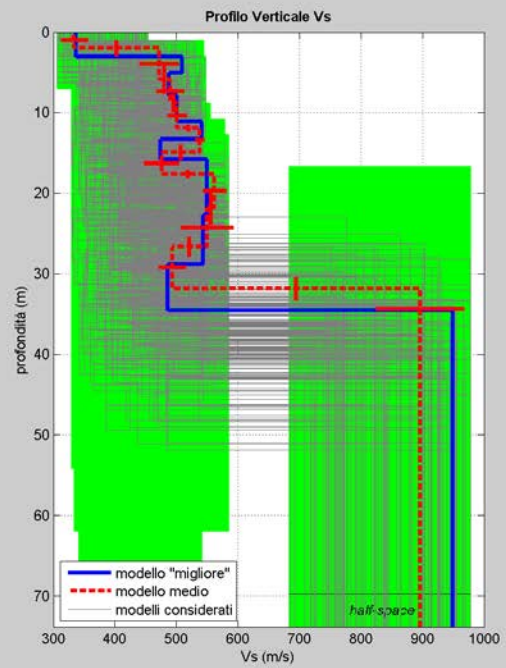
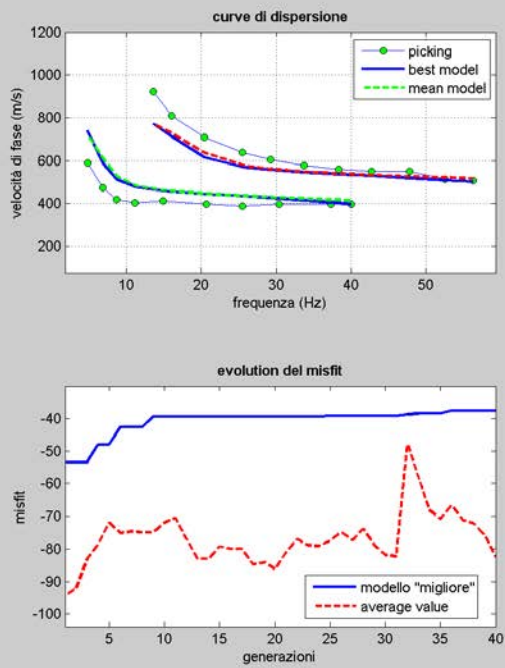


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 502 m/s  
VS30 (modello medio): 499 m/s

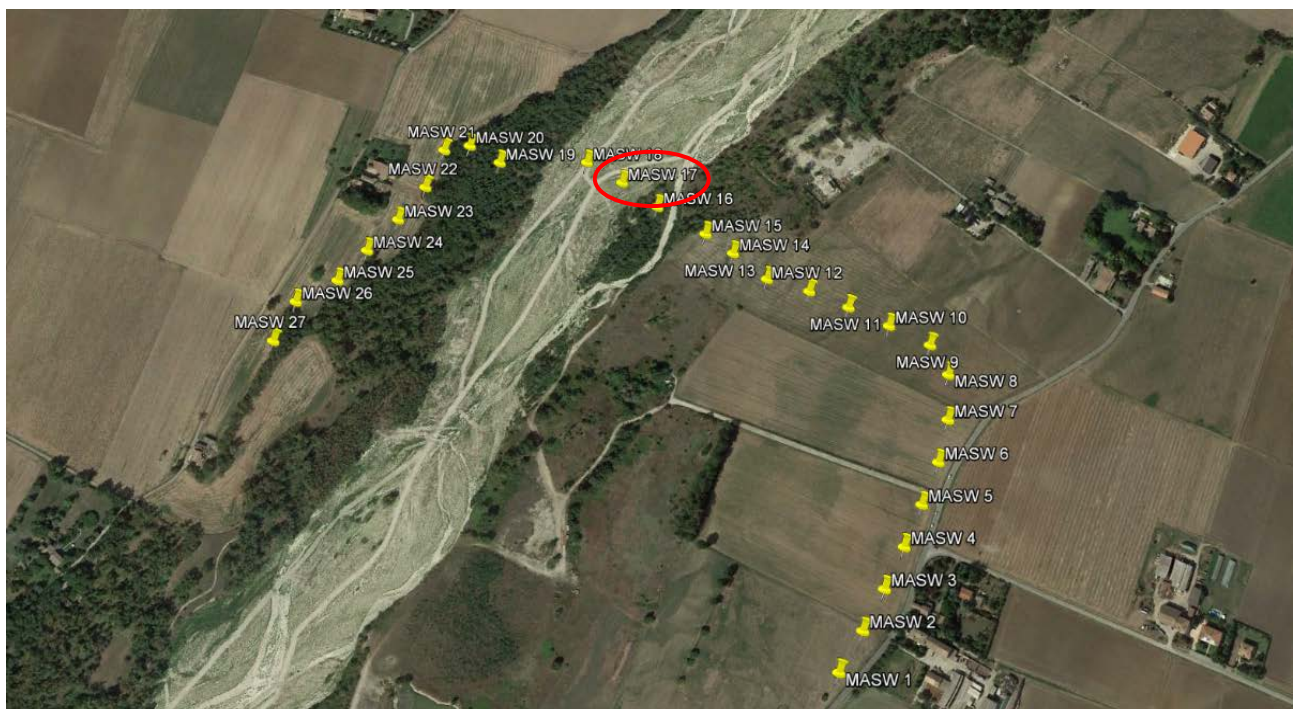




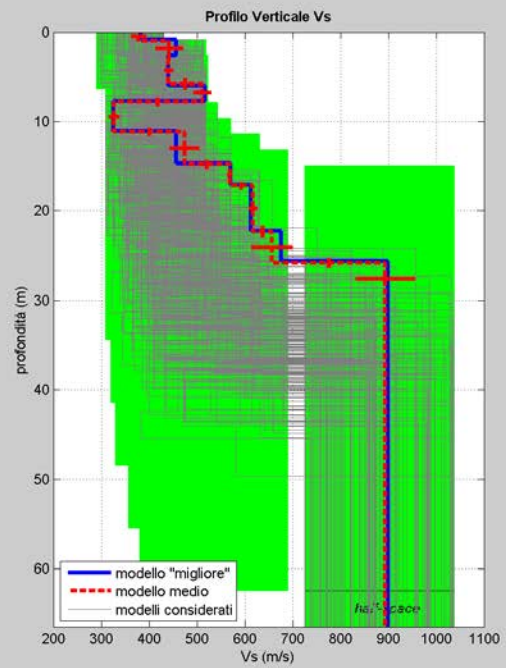
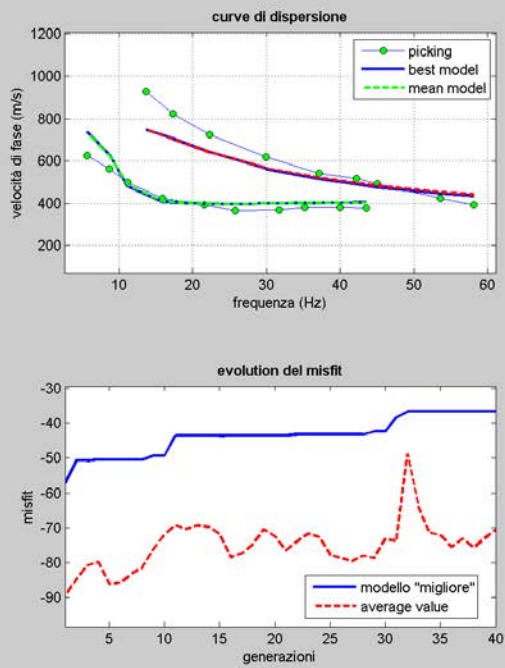
## MASW 17



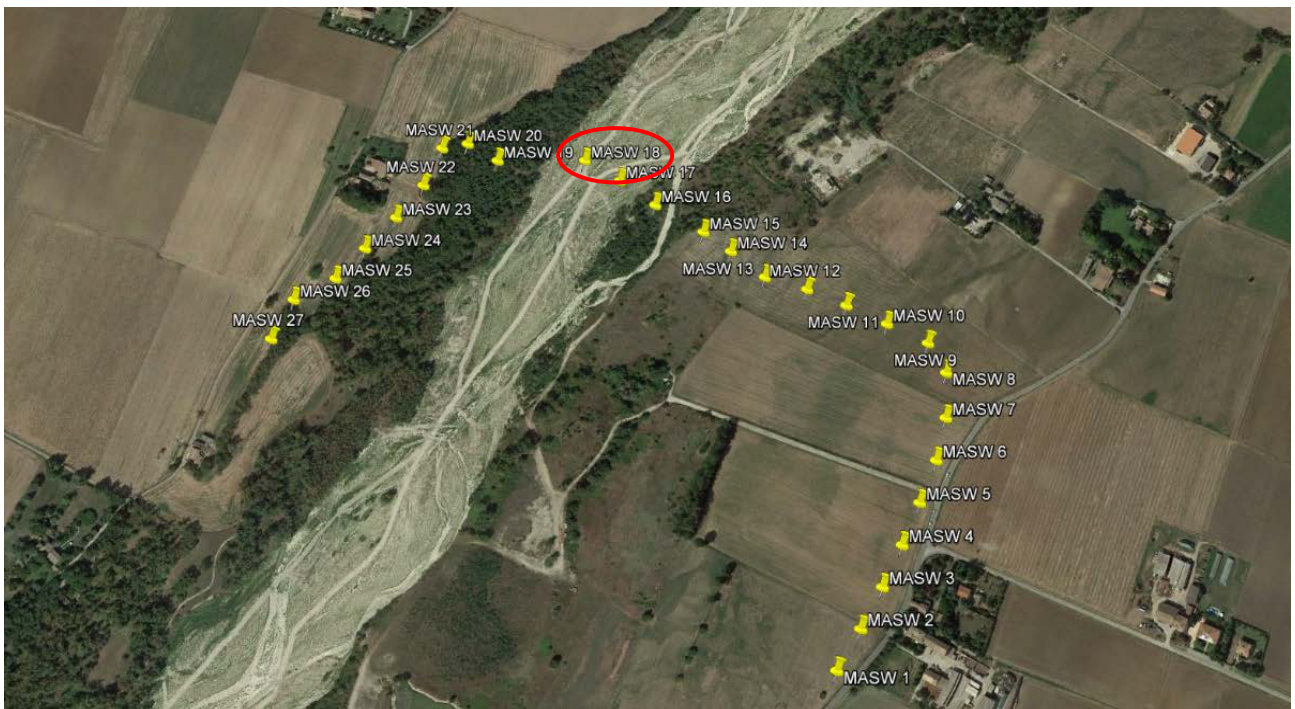
curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 493 m/s  
VS30 (modello medio): 494 m/s



## MASW 18

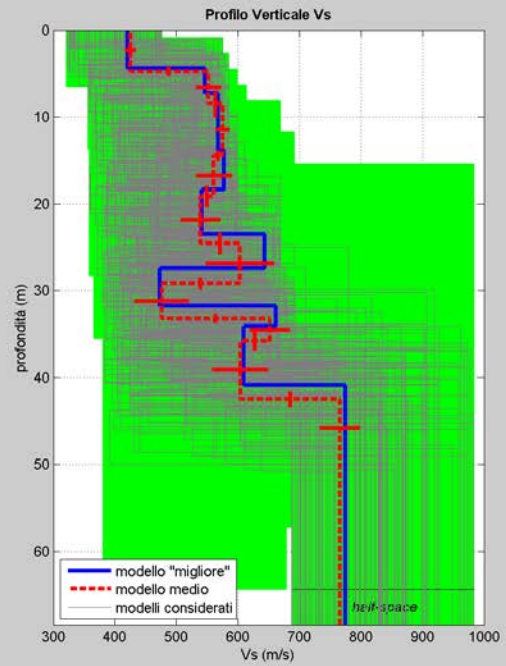
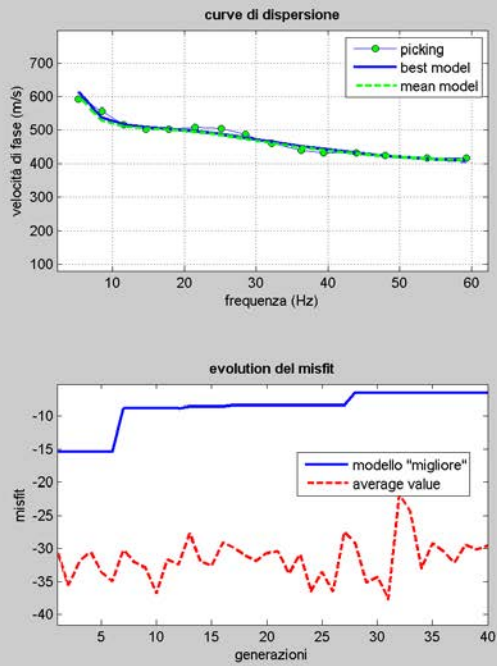


curve di dispersione: pick.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 519 m/s  
 VS30 (modello medio): 518 m/s

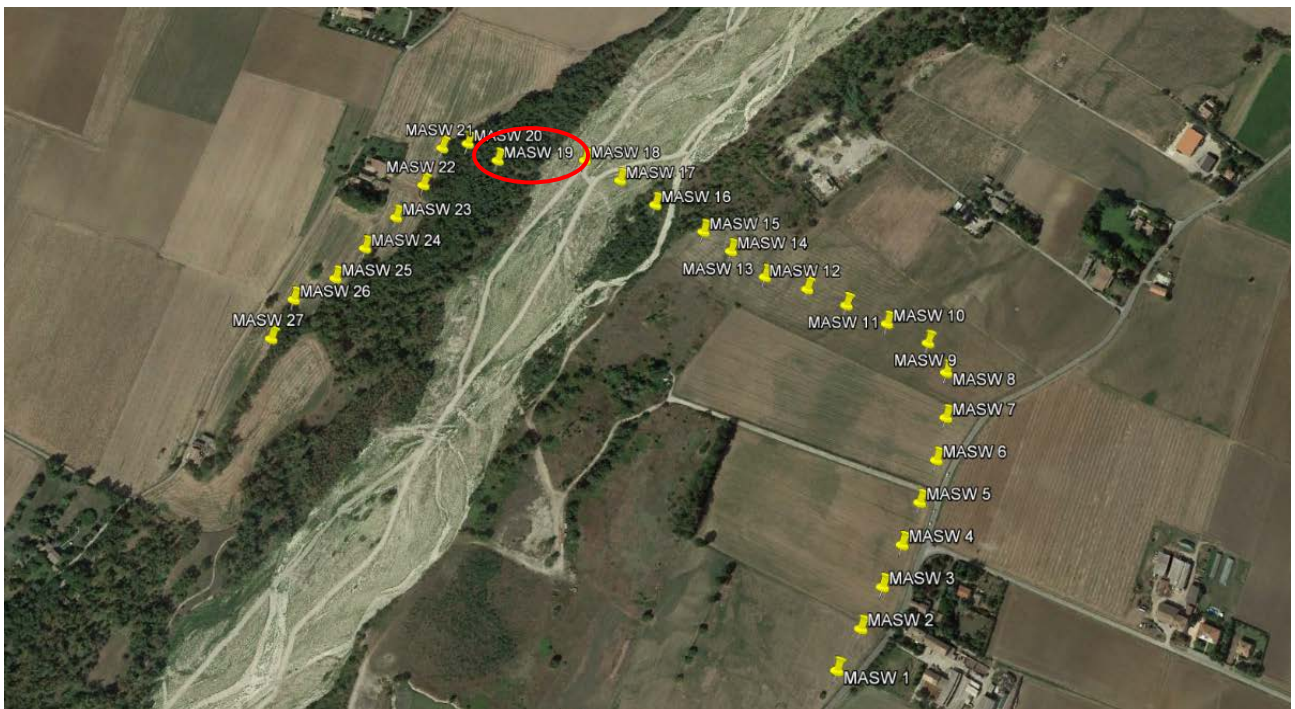




## MASW 19

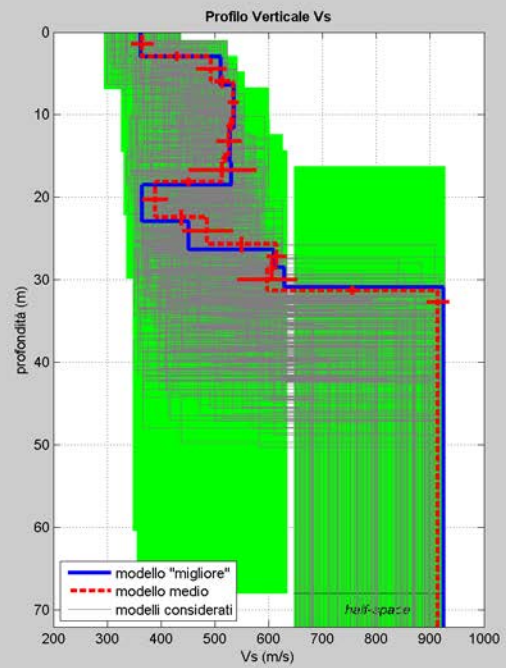
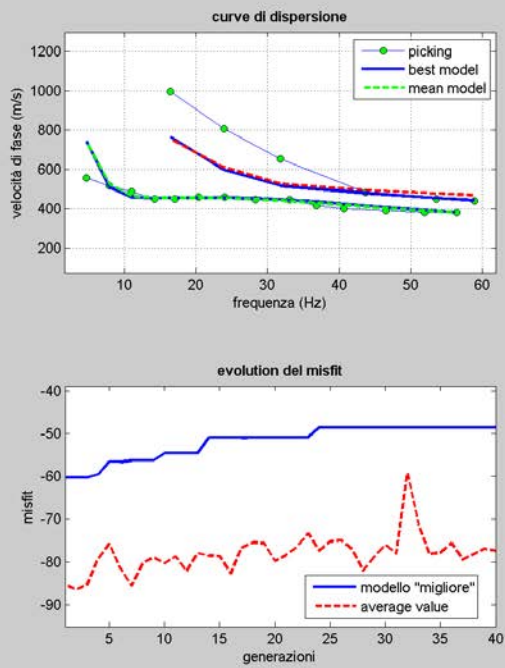


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 534 m/s  
VS30 (modello medio): 534 m/s

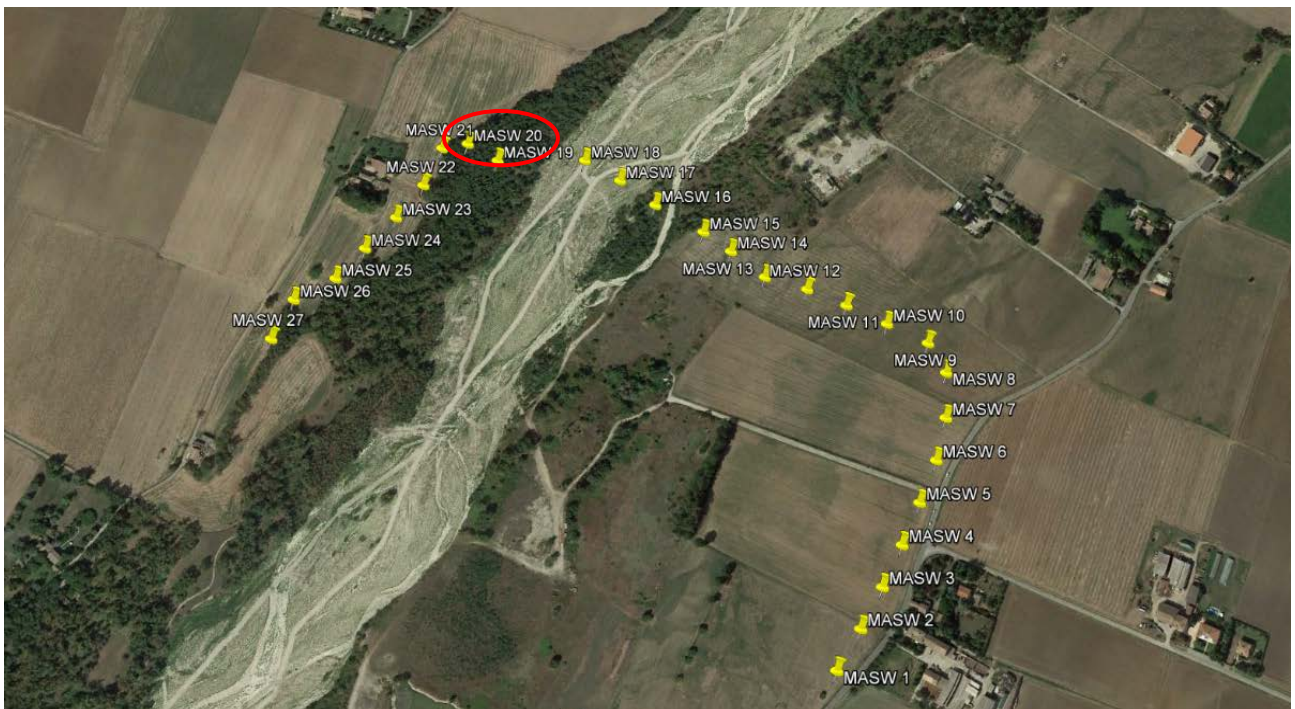




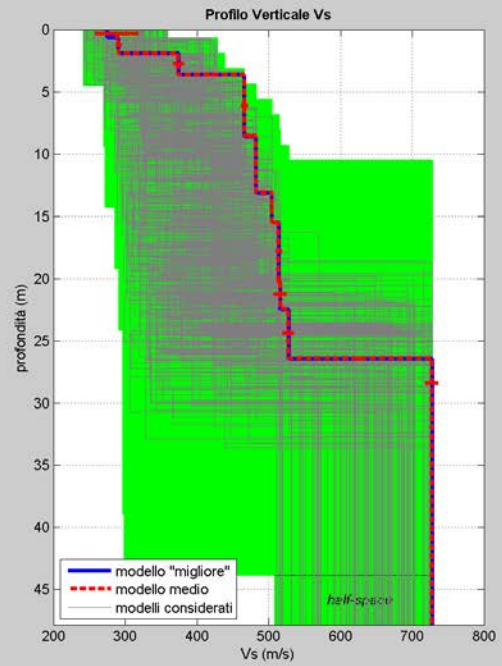
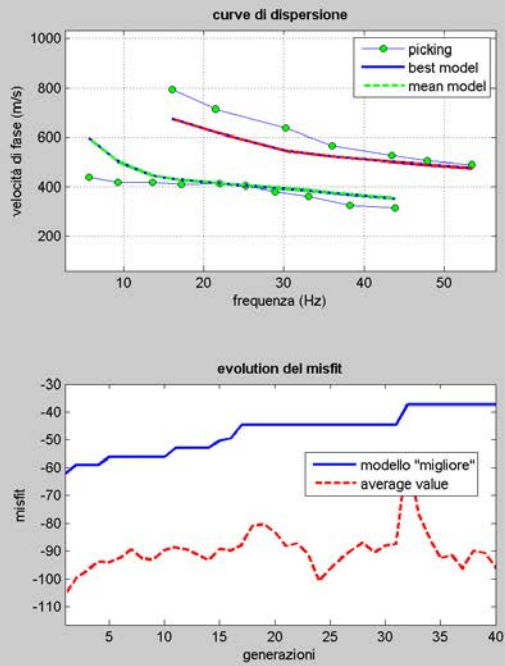
## MASW 20



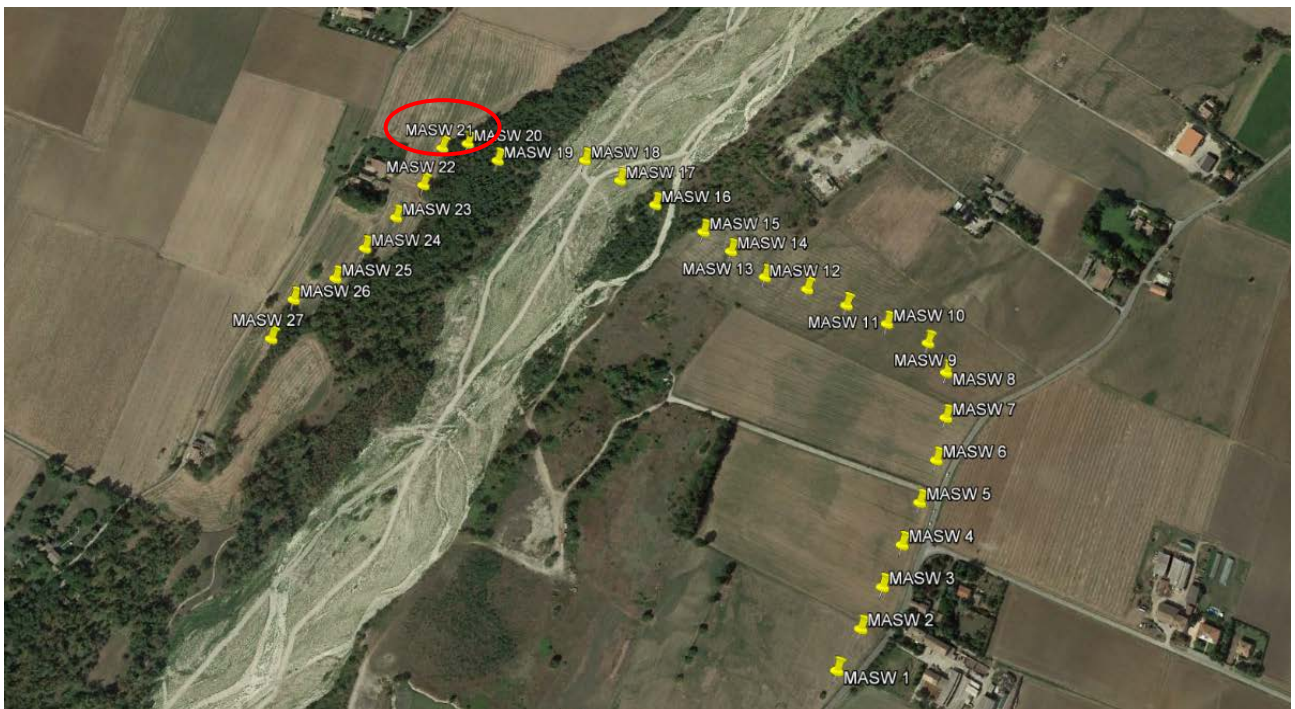
curve di dispersione: pick.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 474 m/s  
 VS30 (modello medio): 483 m/s



## MASW 21

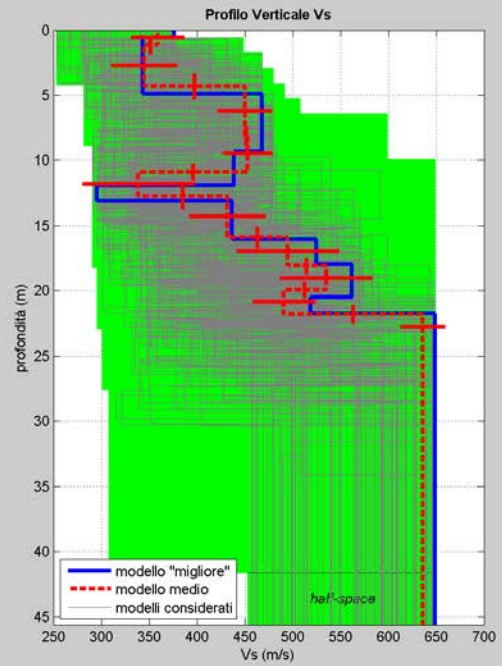
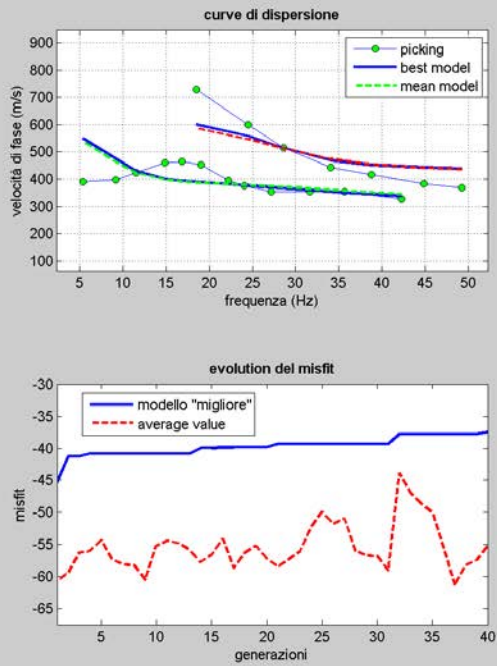


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 485 m/s  
VS30 (modello medio): 485 m/s

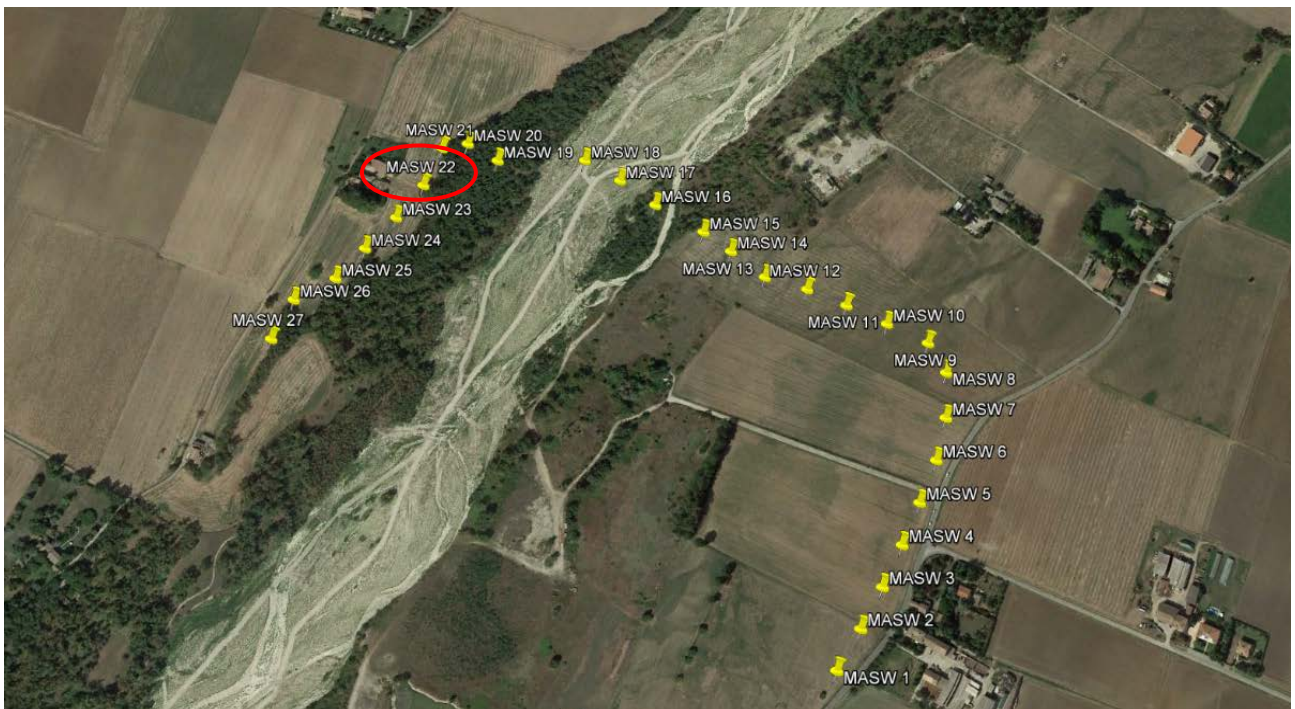




## MASW 22

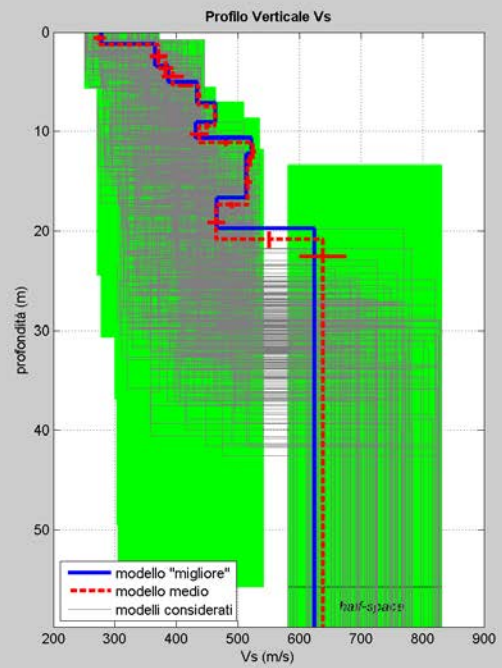
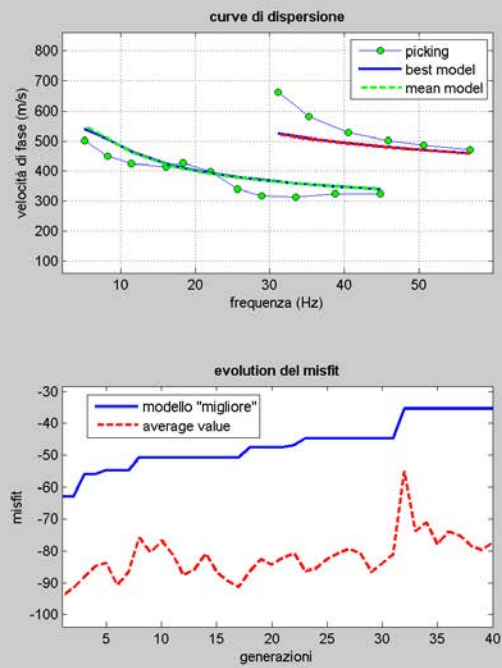


curve di dispersione: pick.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 472 m/s  
 VS30 (modello medio): 467 m/s

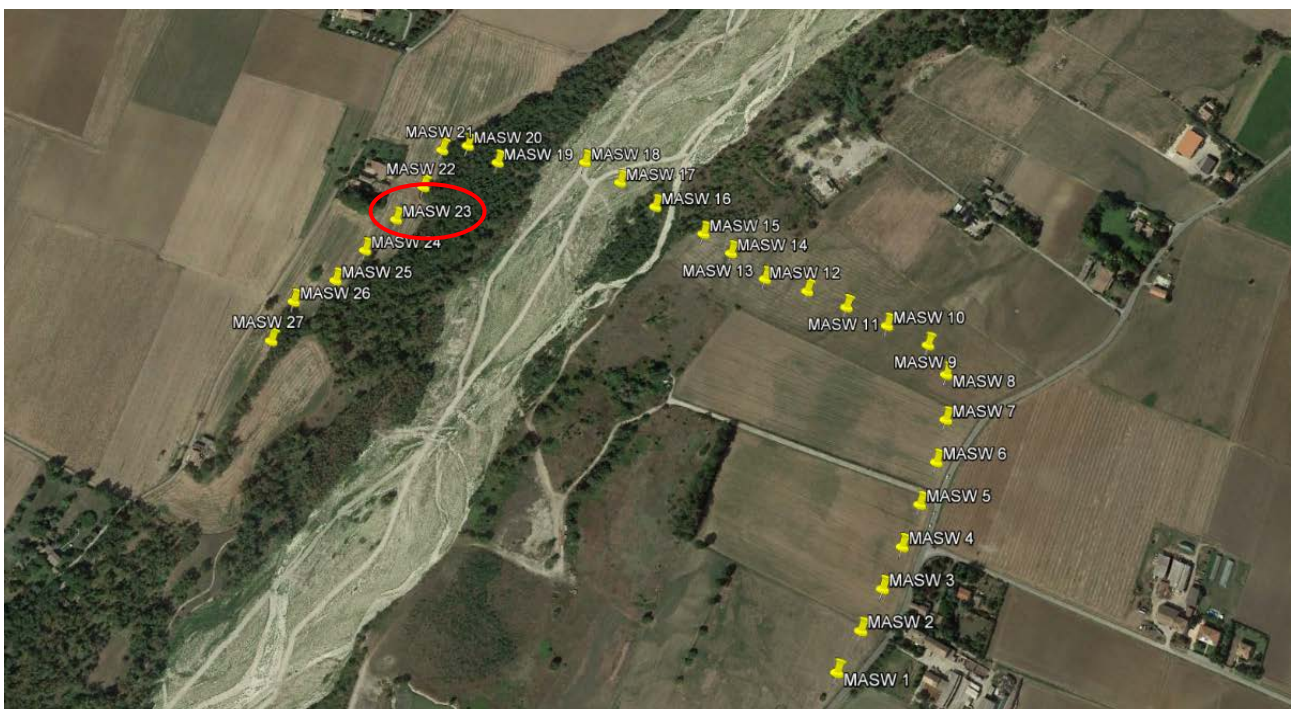




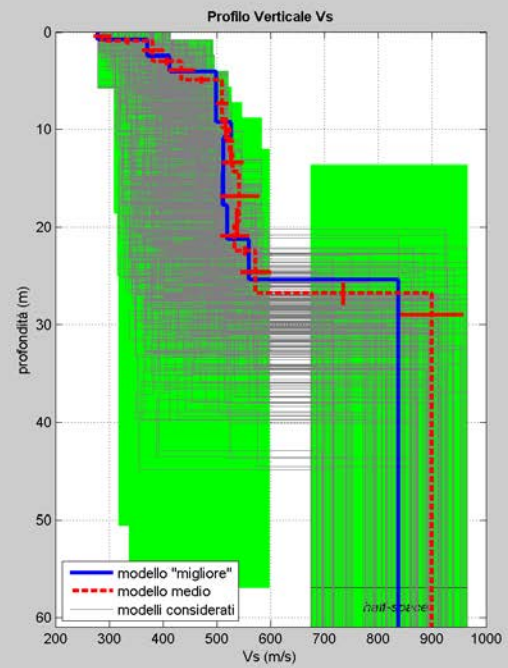
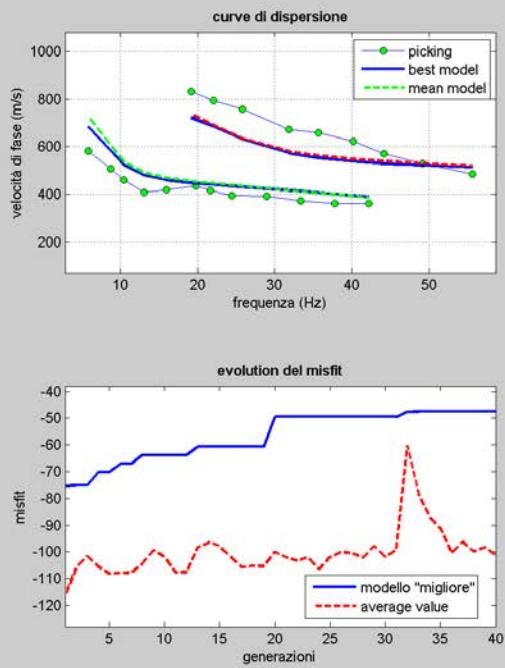
## MASW 23



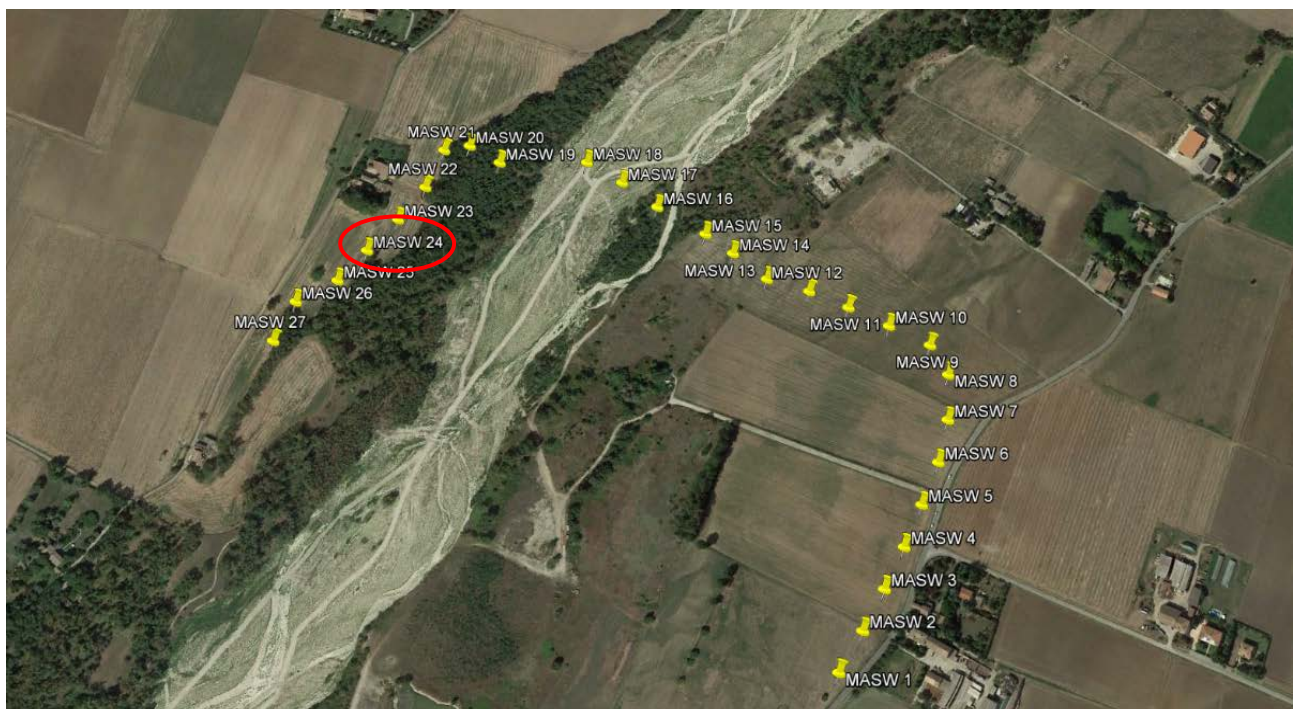
curve di dispersione: pick.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 484 m/s  
 VS30 (modello medio): 483 m/s



## MASW 24

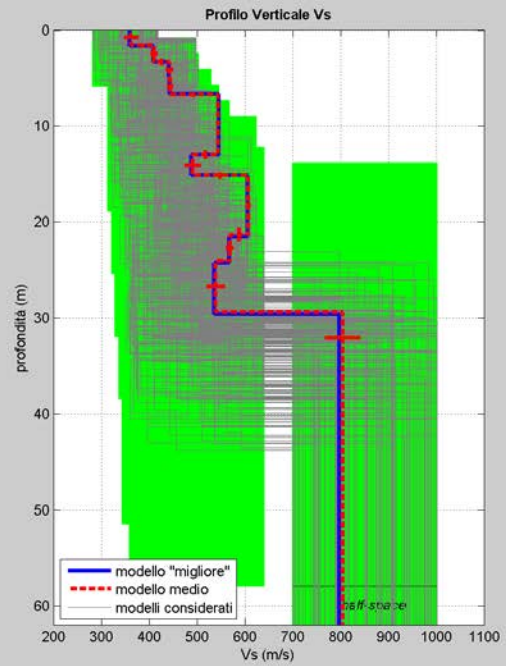
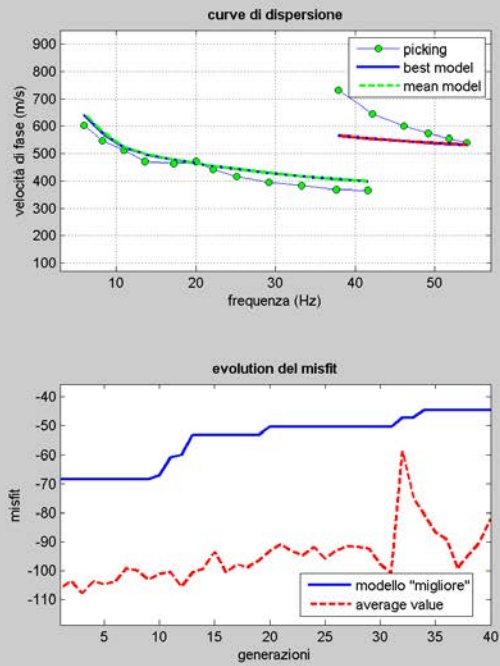


curve di dispersione: pick.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 519 m/s  
 VS30 (modello medio): 522 m/s

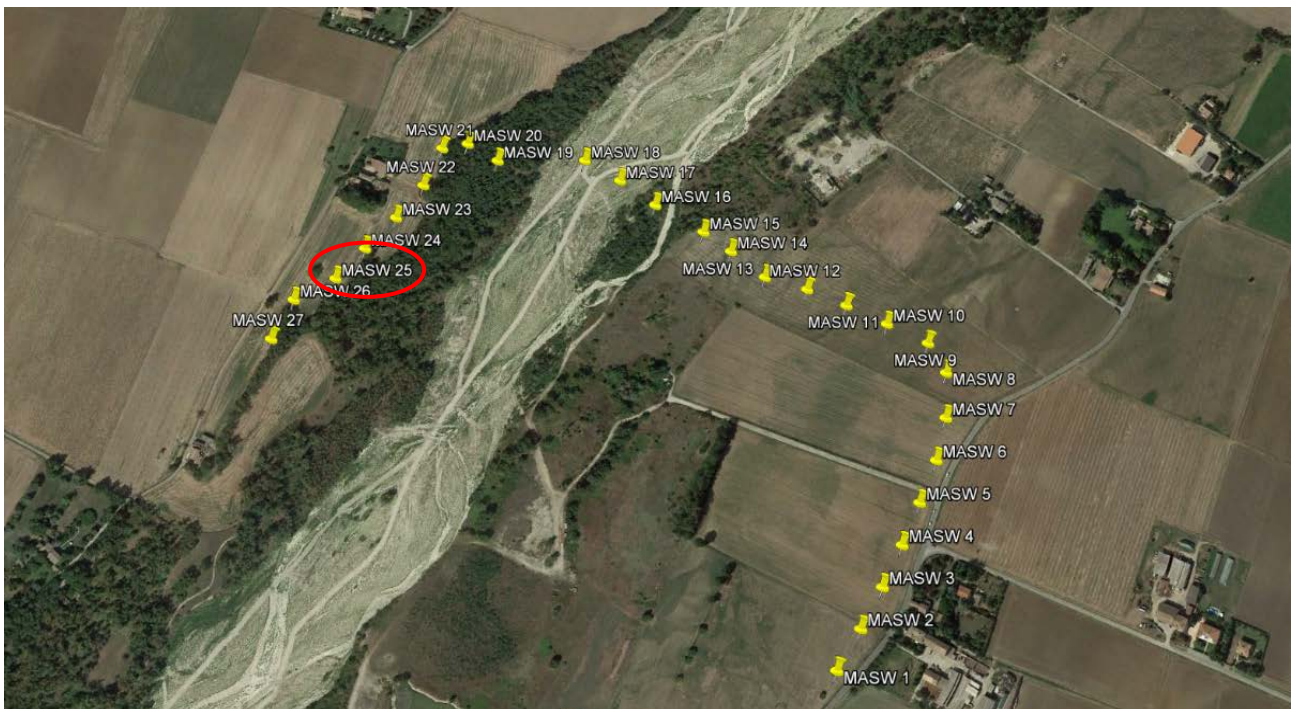




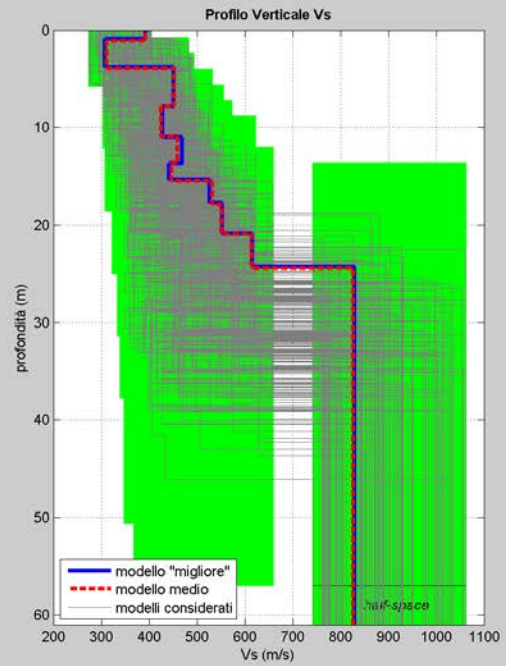
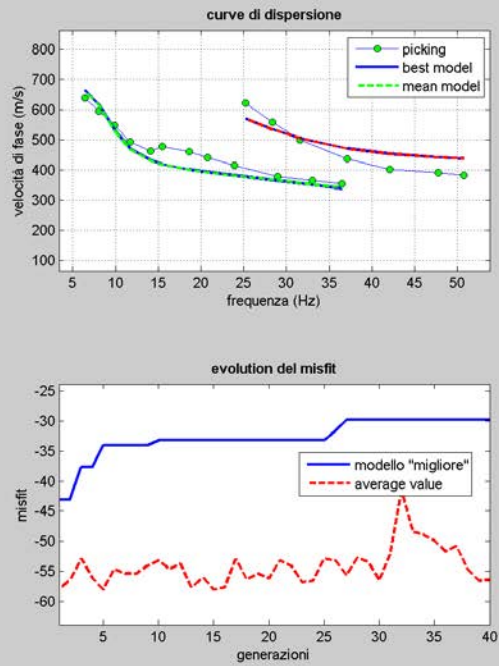
## MASW 25



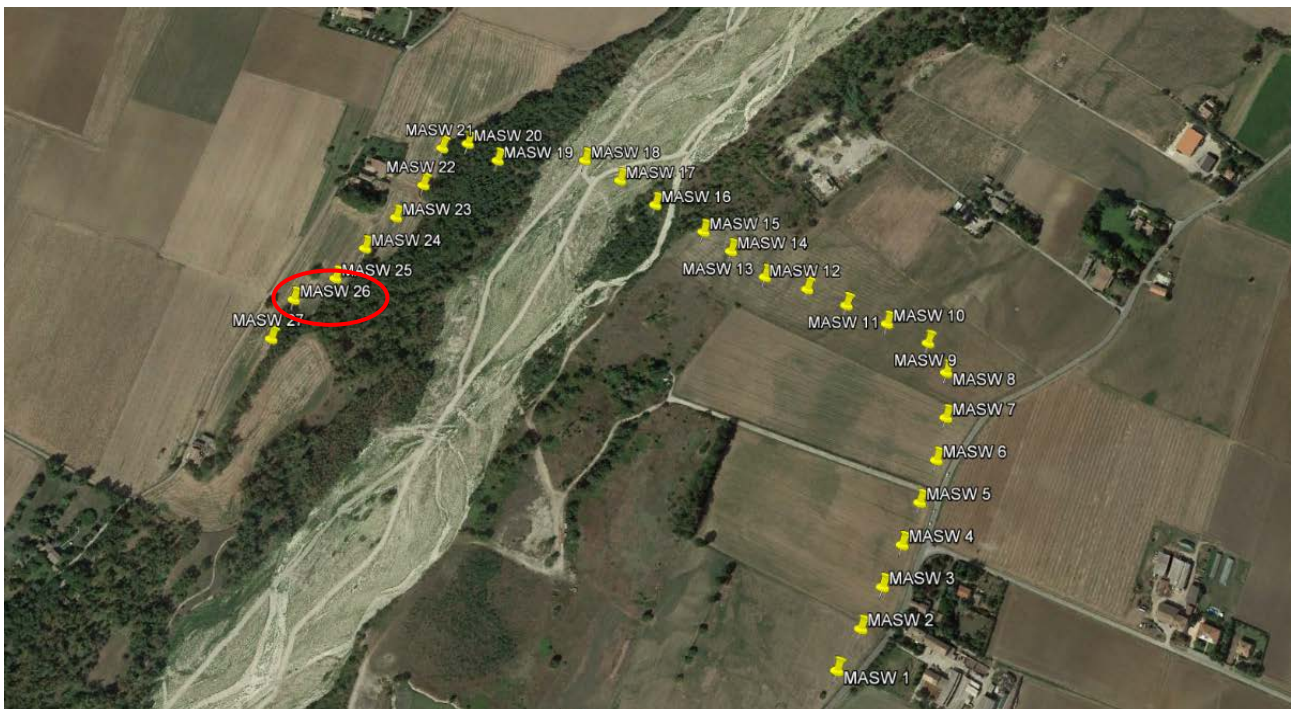
curve di dispersione: pick.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 517 m/s  
 VS30 (modello medio): 519 m/s



## MASW 26

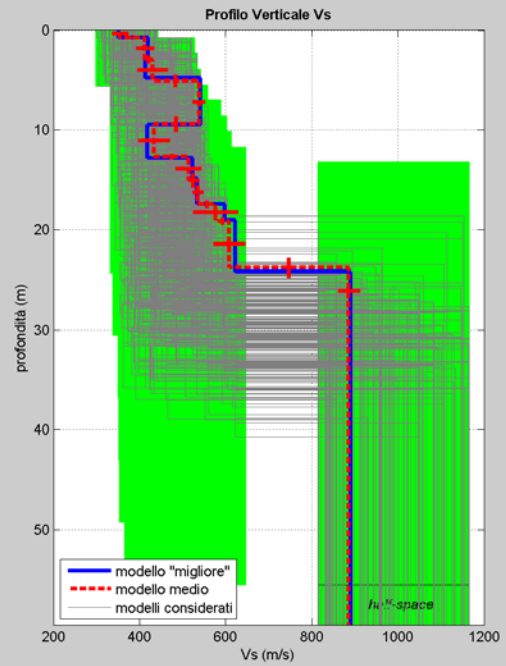
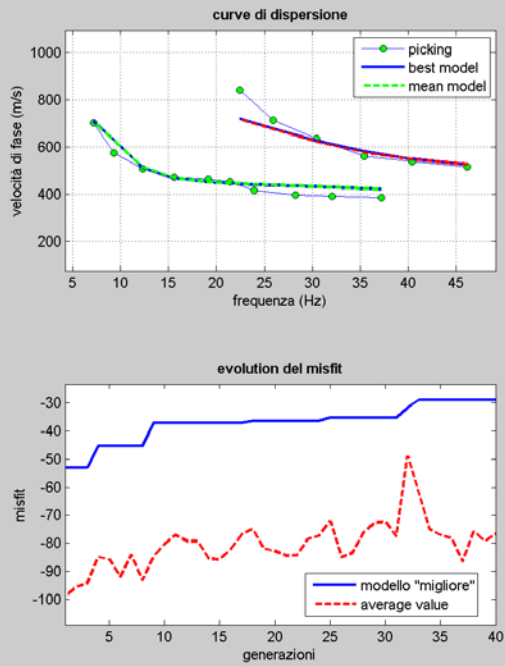


curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 498 m/s  
VS30 (modello medio): 498 m/s

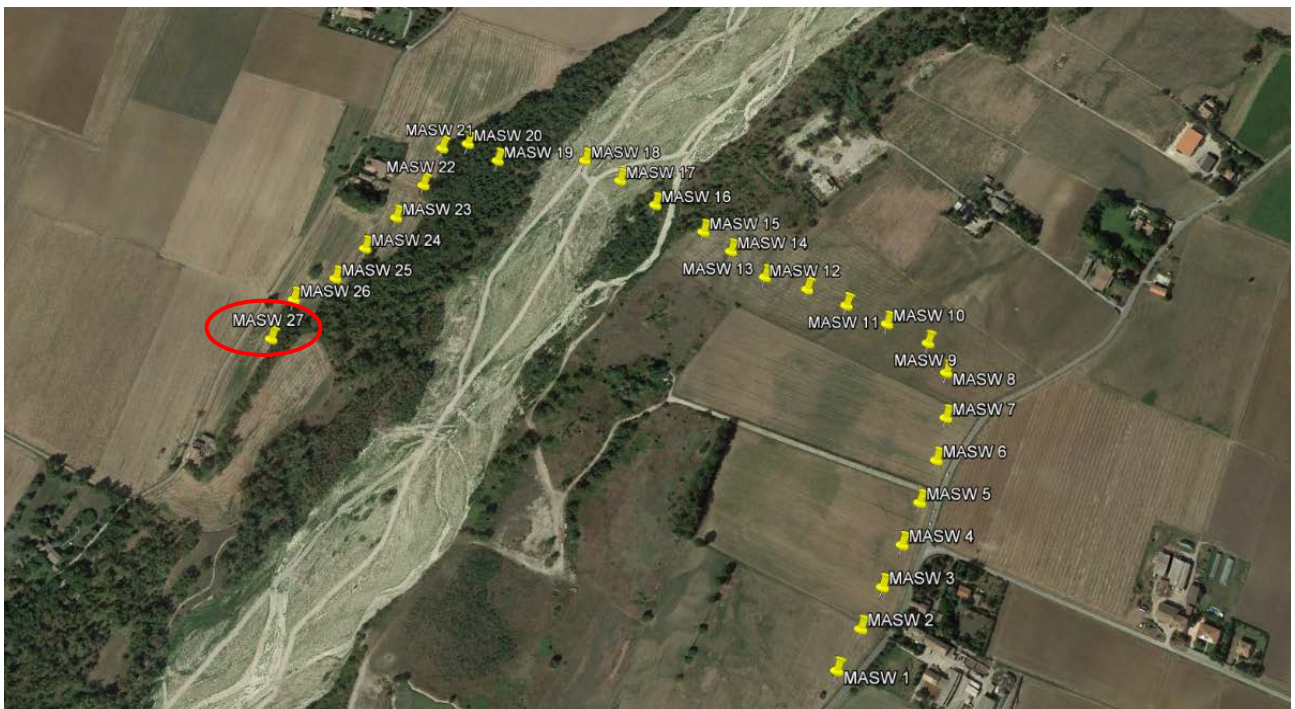




## MASW 27



curve di dispersione: pick.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 549 m/s  
VS30 (modello medio): 549 m/s



## **APPENDICE 2**

Certificati analisi granulometriche sui campioni BAG 1 -2-3-4-5





# Analisi Granulometrica

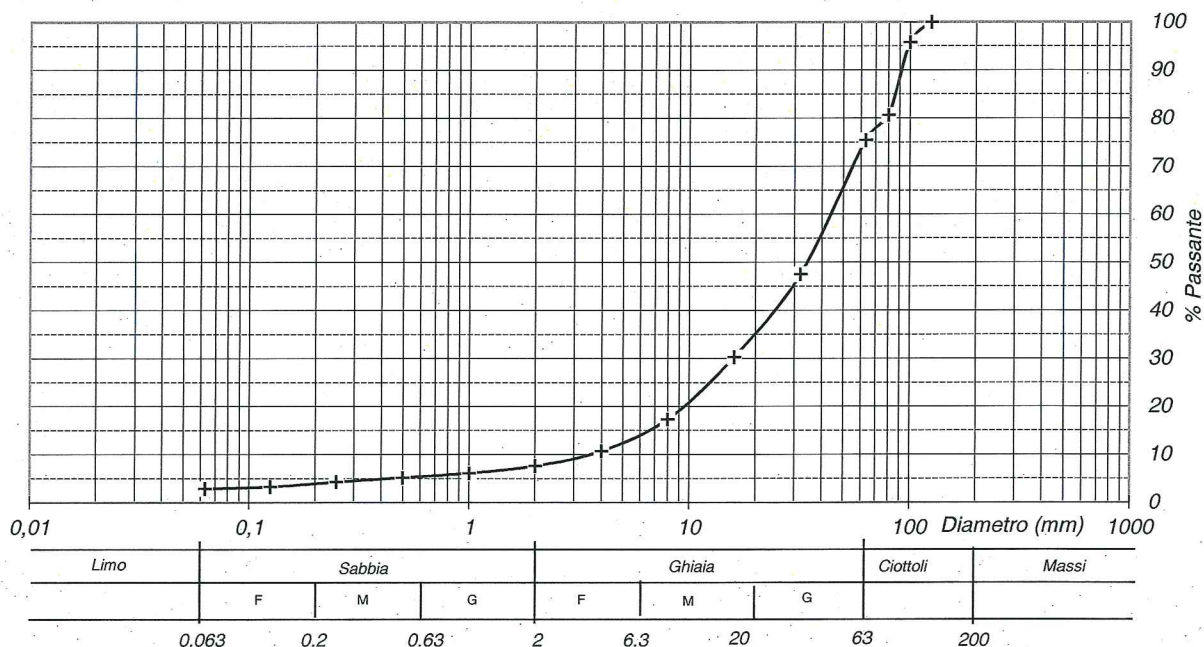
## UNI EN 933-1

COMM. 023CM16 R. OO  
PAG. 1 DI 1

Committente AIPO - PARMA  
Progetto CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA (PR) - Campionamenti in alveo  
Sondaggio - Campione BAG 1 Profondità (m) -  
Certificato n° A25909 Verbale di accettazione campioni n° A063/16  
Data arrivo campione 22/07/2016 Data esecuzione prova: da 29/07/2016 a 03/08/2016

### Curva Granulometrica

per Vagliatura con seacci serie ISO 3310



Analisi granulometrica per stacciatura

per via secca ☐

per via umida ☒

Peso campione analizzato 89817,0 (gr)

Analisi granulometrica per stacciatura	
Diametro staccio (mm)	Percentuale passante (%)
125	100,0
100	95,8
80	80,6
63	75,5
32	47,5
16	30,3
8	17,3
4,0	10,7
2,0	7,6
1,0	6,1
0,50	5,2
0,25	4,3
0,125	3,3
0,063	2,9

CLASSI GRANULOMETRICHE	
Diametri d/D (mm)	Percentuale (%)
100/125	4,2
80/100	15,1
63/80	5,2
32/63	27,9
16/32	17,3
8/16	12,9
4/8	6,6
2/4	3,1
0,063/2	4,7
<0,063	2,9

Data ago-16 Sperimentatore: Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore

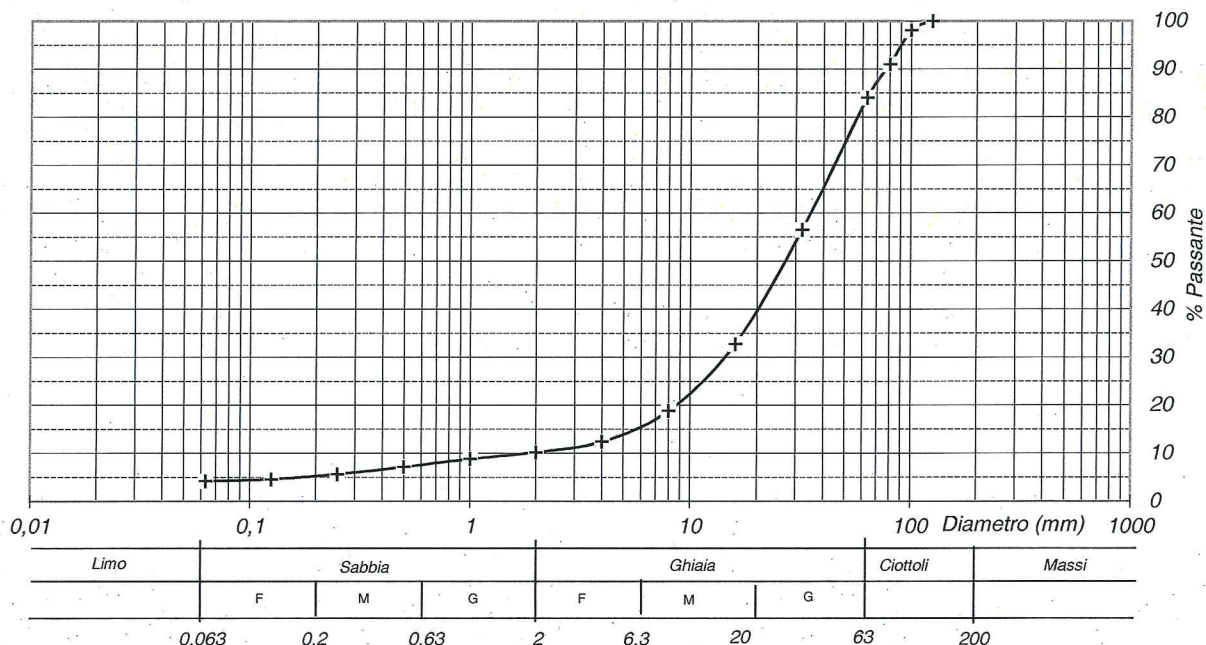
Dott. Geol. T. Vicenzetto



Committente **AIPO - PARMA**  
 Progetto **CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA (PR) - Campionamenti in alveo**  
 Sondaggio **-** Campione **BAG 2** Profondità (m) **-**  
 Certificato n° **A259-10** Verbale di accettazione campioni n° **A063/16**  
 Data arrivo campione **22/07/2016** Data esecuzione prova: da **01/08/2016** a **03/08/2016**

### Curva Granulometrica

per Vagliatura con seacci serie ISO 3310



Analisi granulometrica per stacciatura

per via secca ☐

per via umida ☒

Peso campione analizzato **92959,8** (gr)

#### Analisi granulometrica per stacciatura

Diametro staccio (mm)	Percentuale passante (%)
125	100,0
100	98,1
80	91,0
63	84,0
32	56,5
16	32,8
8	18,8
4,0	12,4
2,0	10,2
1,0	8,8
0,50	7,2
0,25	5,6
0,125	4,6
0,063	4,2

#### CLASSI GRANULOMETRICHE

Diametri d/D (mm)	Percentuale (%)
100/125	1,9
80/100	7,1
63/80	7,0
32/63	27,5
16/32	23,8
8/16	13,9
4/8	6,4
2/4	2,2
0,063/2	6,0
<0,063	4,2





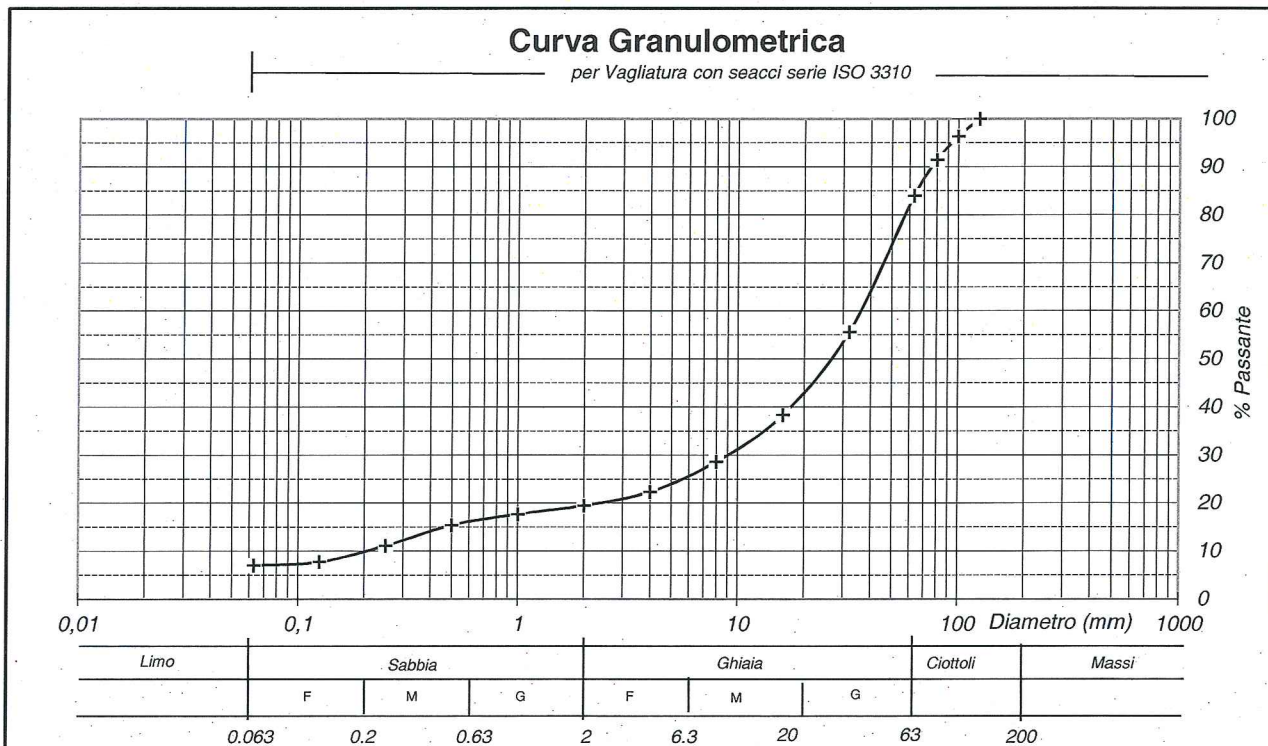
**Committente** AIPO - PARMA

<b>Progetto</b>	CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA (PR) - Campionamenti in alveo
-----------------	------------------------------------------------------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	<b>Campione</b>	BAG 3	<b>Profondità (m)</b>
------------------	---	-----------------	-------	-----------------------

Certificato n° A25911 Verbale di accettazione campioni n° A063/16

<b>Data arrivo campione</b>	22/07/2016	<b>Data esecuzione prova:</b>	da	01/08/2016	a	03/08/2016
-----------------------------	------------	-------------------------------	----	------------	---	------------



### Analisi granulometrica per stacciatura

per via secca ☐per via umida ☒

Peso campione analizzato	100743,6	(gr)
--------------------------	----------	------

[illegible][illegible]

Data	ago-16	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Pasqualetto
------	--------	---------------------------------------------

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto

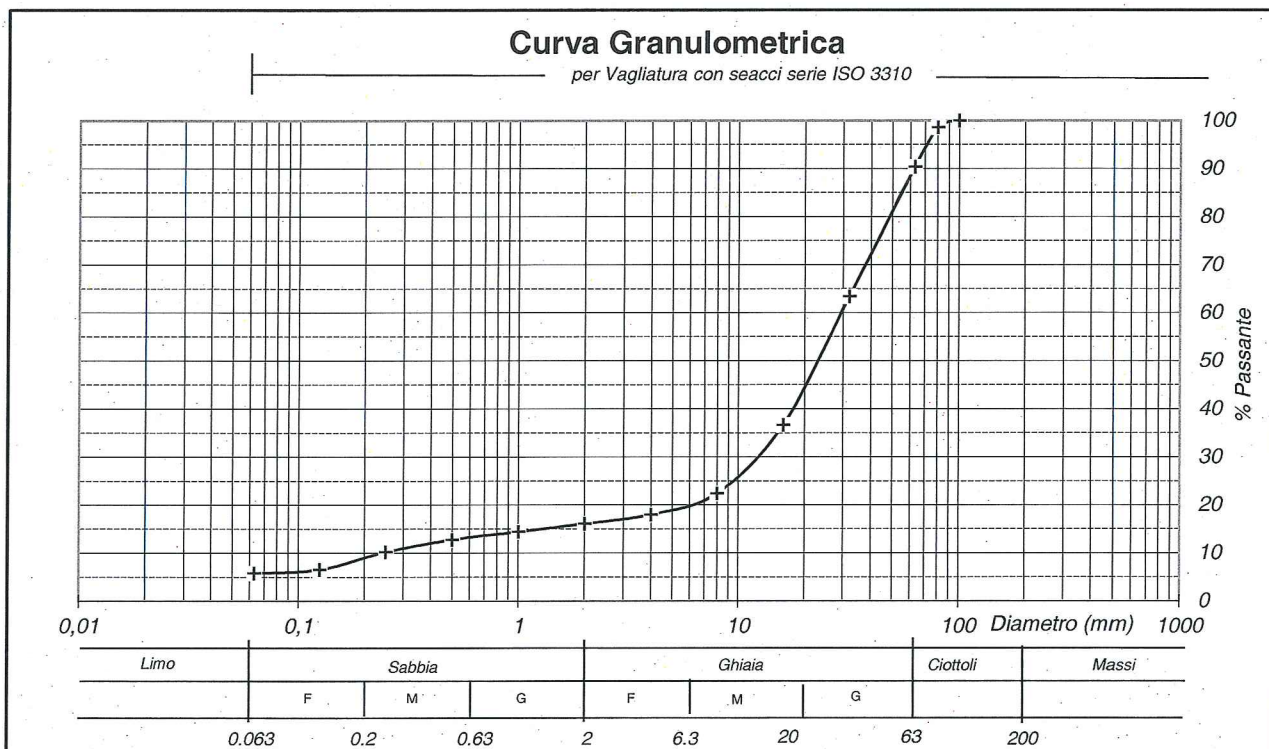
**Committente** AIPO - PARMA

<b>Progetto</b>	CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA (PR) - Campionamenti in alveo
-----------------	------------------------------------------------------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	<b>Campione</b>	BAG 4	<b>Profondità (m)</b>
------------------	---	-----------------	-------	-----------------------

Certificato n° A25912 Verbale di accettazione campioni n° A063/16

**Data arrivo campione** 22/07/2016 **Data esecuzione prova:** da 02/08/2016 a 03/08/2016



### Analisi granulometrica per stacciatura

per via secca ☐

per via umida ☒

Peso campione analizzato	89774,5	(gr)
--------------------------	---------	------

[illegible][illegible]

Data	ago-16	Sperimentatore : Dott. Geol. P. Pasqualetto
------	--------	---------------------------------------------

Direttore

Dott. Geol. n. T. 52506 Vicenzetto





# Analisi Granulometrica

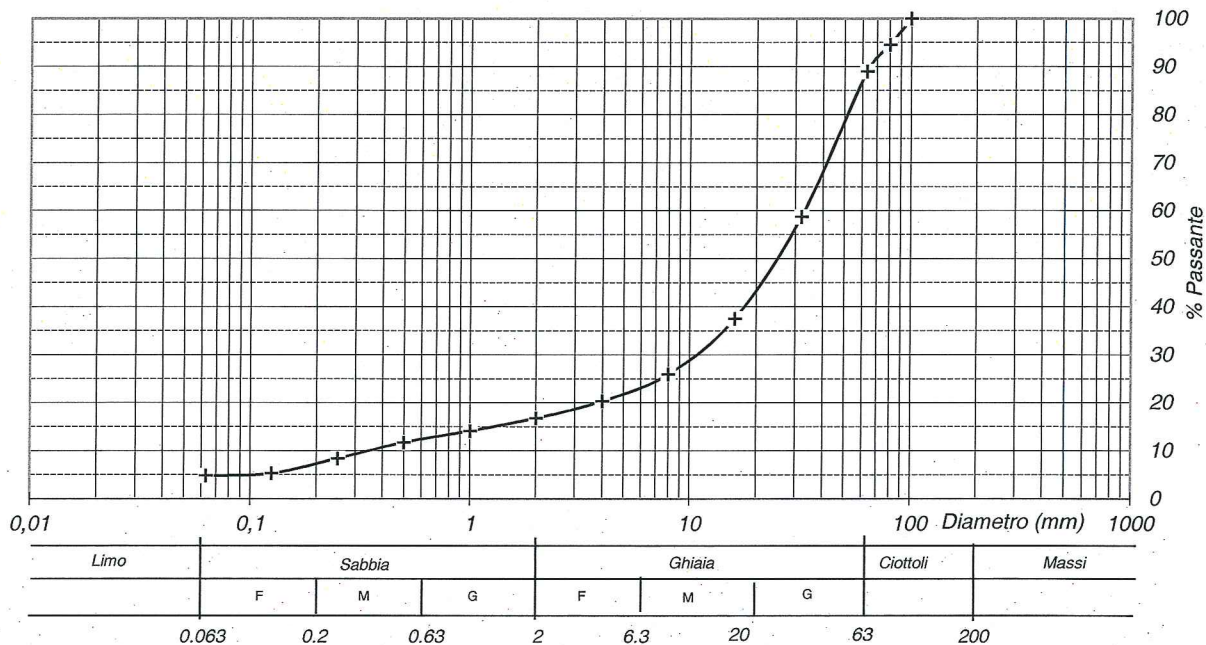
## UNI EN 933-1

COMM. 023CM16 R. OO  
PAG. 1 DI 1

Committente AIPO - PARMA  
Progetto CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA (PR) - Campionamenti in alveo  
Sondaggio - Campione BAG 5 Profondità (m) -  
Certificato n° A25913 Verbale di accettazione campioni n° A063/16  
Data arrivo campione 22/07/2016 Data esecuzione prova: da 02/08/2016 a 03/08/2016

### Curva Granulometrica

per Vagliatura con seacci serie ISO 3310



Analisi granulometrica per stacciatura

per via secca ☐

per via umida ☒

Peso campione analizzato 85152,3 (gr)

Analisi granulometrica per stacciatura	
Diametro staccio (mm)	Percentuale passante (%)
125	
100	100,0
80	94,5
63	88,9
32	58,7
16	37,5
8	25,9
4,0	20,3
2,0	16,8
1,0	14,1
0,50	11,7
0,25	8,4
0,125	5,3
0,063	4,8

CLASSI GRANULOMETRICHE	
Diametri d/D (mm)	Percentuale (%)
100/125	
80/100	5,5
63/80	5,6
32/63	30,2
16/32	21,2
8/16	11,6
4/8	5,6
2/4	3,5
0,063/2	12,0
<0,063	4,8

Data ago-16 Sperimentatore : Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



## **APPENDICE 3**

### **Certificati Prove Lefranc**




**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

**Data** ott-16

**COMMITTENTE:** AIPO - PARMA

**CANTIERE:** Cassa di espansione del T. Baganza (PR)

**SONDAGGIO n°:** SA 1

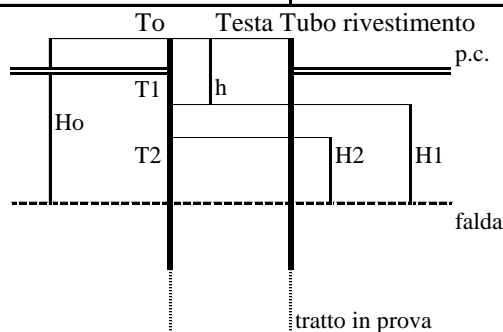
**PROVA N°:** 1

**DATA ESECUZIONE:** 19/10/2016

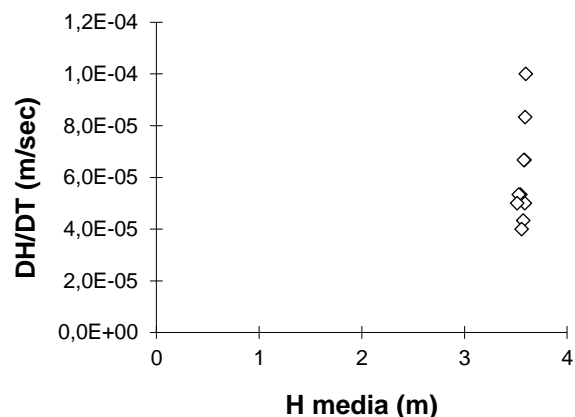
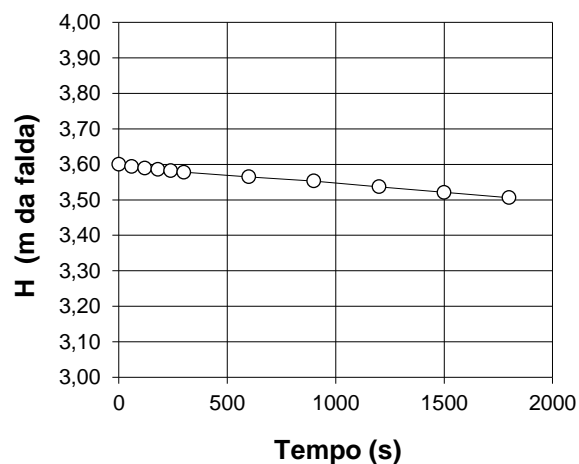
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:** C023/16

**CERTIFICATO N°:** SA1-L1

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,50 a 3,00 m  
 TEMPO DI PROVA ..... minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -3,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -3,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	3,60			
60	-0,01	0,594	3,59	3,60	1,00E-04	1,65E-07
120	-0,01	0,589	3,59	3,59	8,33E-05	1,38E-07
180	-0,01	0,586	3,59	3,59	5,00E-05	8,28E-08
240	-0,02	0,582	3,58	3,58	6,67E-05	1,11E-07
300	-0,02	0,578	3,58	3,58	6,67E-05	1,11E-07
600	-0,04	0,565	3,57	3,57	4,33E-05	7,21E-08
900	-0,05	0,553	3,55	3,56	4,00E-05	6,68E-08
1200	-0,06	0,537	3,54	3,55	5,33E-05	8,94E-08
1500	-0,08	0,521	3,52	3,53	5,33E-05	8,98E-08
1800	-0,09	0,506	3,51	3,51	5,00E-05	8,46E-08


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:** Argilla limosa sabbiosa

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 1,01E-07** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

**Data** ott-16

**COMMITTENTE:** AIPO - PARMA

**CANTIERE:** Cassa di espansione del T. Baganza (PR)

**SONDAGGIO n°:** SA 1

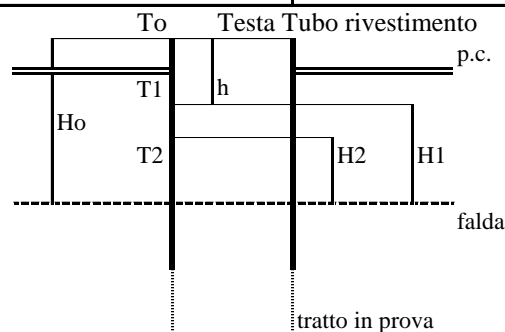
**PROVA N°:** 2

**DATA ESECUZIONE:** 19/10/2016

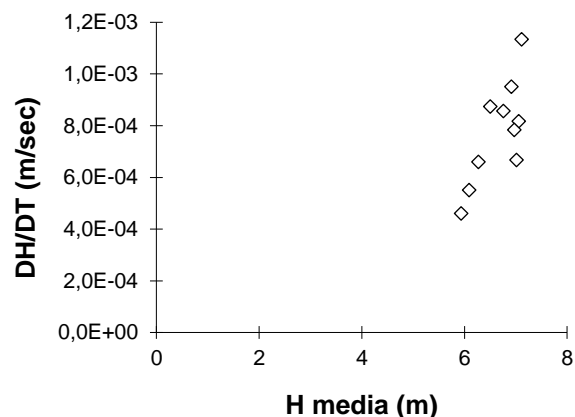
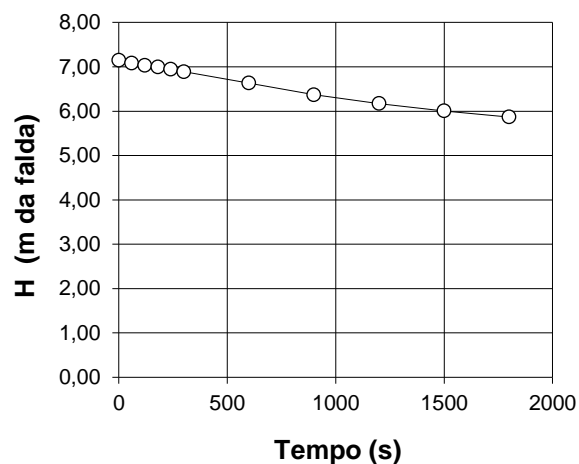
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:** C023/16

**CERTIFICATO N°:** SA1-L2

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 7,50 a 8,00 m  
 TEMPO DI PROVA ..... minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -8,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -7,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -6,55 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	7,15			
60	-0,07	0,532	7,08	7,12	1,13E-03	9,46E-07
120	-0,12	0,483	7,03	7,06	8,17E-04	6,88E-07
180	-0,16	0,443	6,99	7,01	6,67E-04	5,65E-07
240	-0,20	0,396	6,95	6,97	7,83E-04	6,68E-07
300	-0,26	0,339	6,89	6,92	9,50E-04	8,16E-07
600	-0,52	0,082	6,63	6,76	8,57E-04	7,53E-07
900	-0,78	-0,180	6,37	6,50	8,73E-04	7,98E-07
1200	-0,98	-0,378	6,17	6,27	6,60E-04	6,25E-07
1500	-1,14	-0,543	6,01	6,09	5,50E-04	5,37E-07
1800	-1,28	-0,681	5,87	5,94	4,60E-04	4,60E-07


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:** Argilla limosa sabbiosa

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 6,86E-07** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto




**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

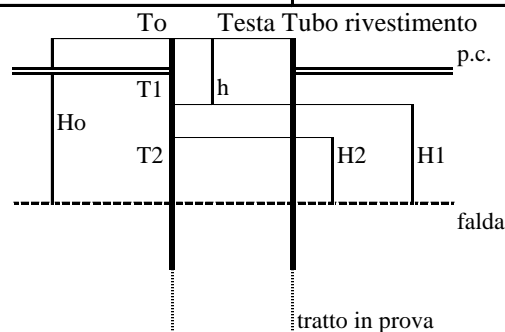
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

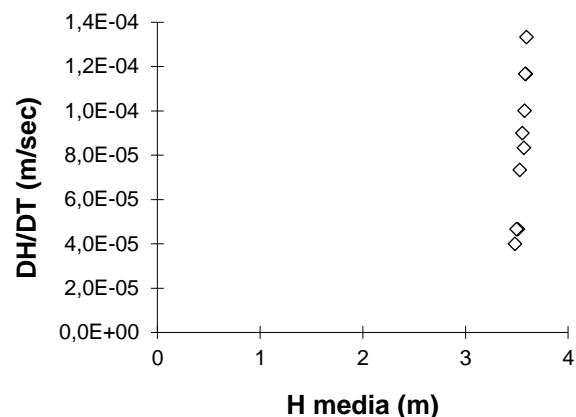
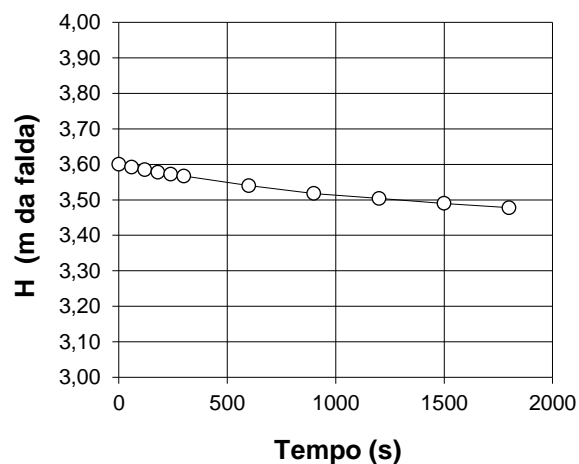
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 2**
**PROVA N°: 1**
**DATA ESECUZIONE: 18/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA2-L1**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,50 a 3,00 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -3,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -3,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	3,60			
60	-0,01	0,592	3,59	3,60	1,33E-04	2,20E-07
120	-0,02	0,585	3,59	3,59	1,17E-04	1,93E-07
180	-0,02	0,578	3,58	3,58	1,17E-04	1,94E-07
240	-0,03	0,572	3,57	3,58	1,00E-04	1,66E-07
300	-0,03	0,567	3,57	3,57	8,33E-05	1,39E-07
600	-0,06	0,540	3,54	3,55	9,00E-05	1,51E-07
900	-0,08	0,518	3,52	3,53	7,33E-05	1,23E-07
1200	-0,10	0,504	3,50	3,51	4,67E-05	7,90E-08
1500	-0,11	0,490	3,49	3,50	4,67E-05	7,93E-08
1800	-0,12	0,478	3,48	3,48	4,00E-05	6,82E-08


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Argilla limosa sabbiosa**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 1,41E-07** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

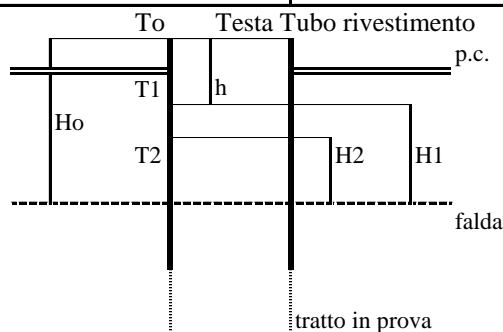
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

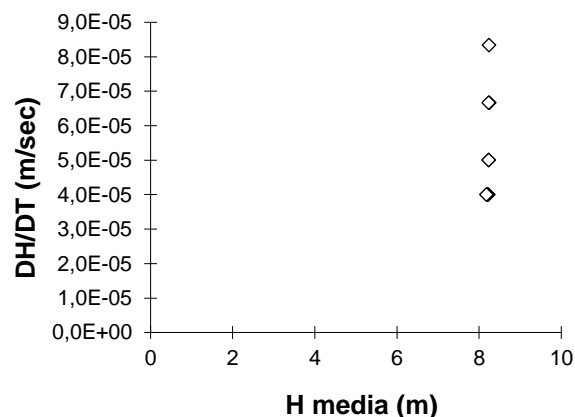
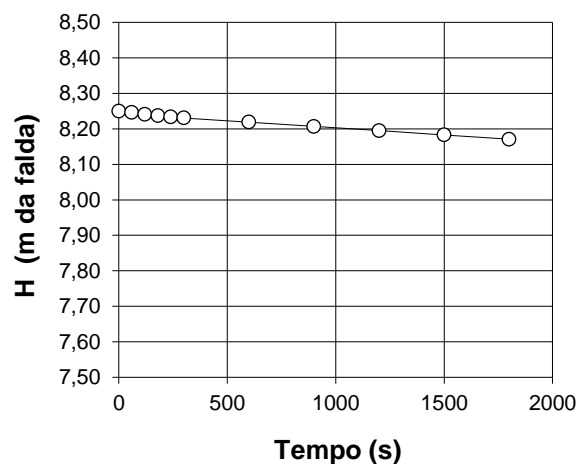
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 2**
**PROVA N°: 2**
**DATA ESECUZIONE: 18/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA2-L2**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 7,00 a 7,65 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -7,65 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -7,00 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -7,65 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,65 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,582  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	8,25			
60	0,00	0,596	8,25	8,25	6,67E-05	4,09E-08
120	-0,01	0,591	8,24	8,24	8,33E-05	5,12E-08
180	-0,01	0,587	8,24	8,24	6,67E-05	4,10E-08
240	-0,02	0,584	8,23	8,24	5,00E-05	3,07E-08
300	-0,02	0,581	8,23	8,23	5,00E-05	3,07E-08
600	-0,03	0,569	8,22	8,23	4,00E-05	2,46E-08
900	-0,04	0,557	8,21	8,21	4,00E-05	2,47E-08
1200	-0,06	0,545	8,20	8,20	4,00E-05	2,47E-08
1500	-0,07	0,533	8,18	8,19	4,00E-05	2,47E-08
1800	-0,08	0,521	8,17	8,18	4,00E-05	2,48E-08


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Argilla limosa sabbiosa**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 3,18E-08** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto




**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

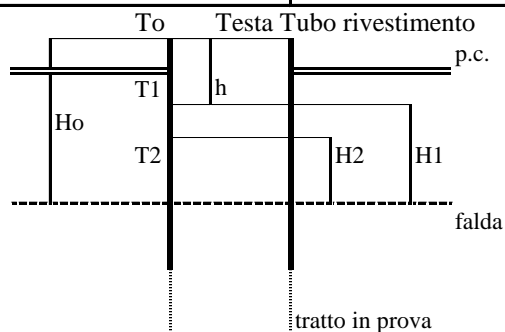
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

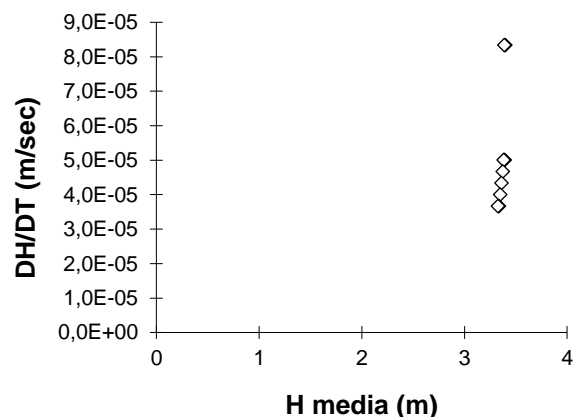
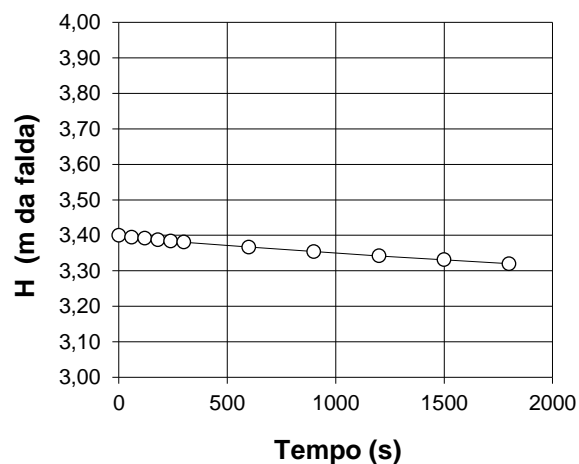
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 3**
**PROVA N°: 1**
**DATA ESECUZIONE: 17/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA3-L1**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,30 a 2,80 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -2,80 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,30 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -2,80 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	3,40			
60	-0,01	0,595	3,40	3,40	8,33E-05	1,46E-07
120	-0,01	0,592	3,39	3,39	5,00E-05	8,76E-08
180	-0,01	0,587	3,39	3,39	8,33E-05	1,46E-07
240	-0,02	0,584	3,38	3,39	5,00E-05	8,78E-08
300	-0,02	0,581	3,38	3,38	5,00E-05	8,78E-08
600	-0,03	0,567	3,37	3,37	4,67E-05	8,22E-08
900	-0,05	0,554	3,35	3,36	4,33E-05	7,66E-08
1200	-0,06	0,542	3,34	3,35	4,00E-05	7,10E-08
1500	-0,07	0,531	3,33	3,34	3,67E-05	6,53E-08
1800	-0,08	0,520	3,32	3,33	3,67E-05	6,55E-08


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Argilla limosa deb sabbiosa**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 9,16E-08** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

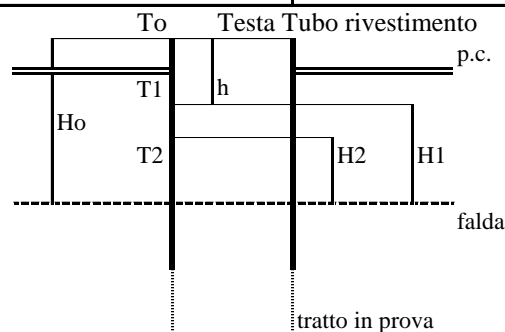
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

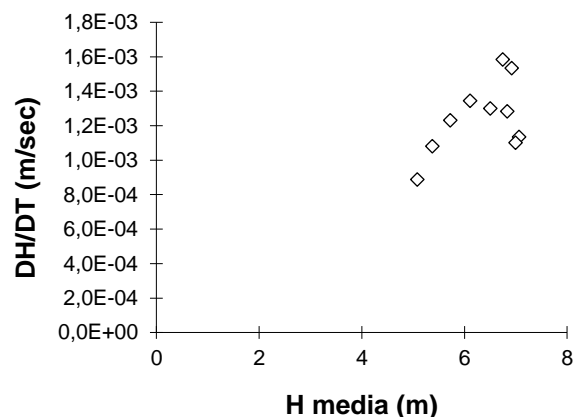
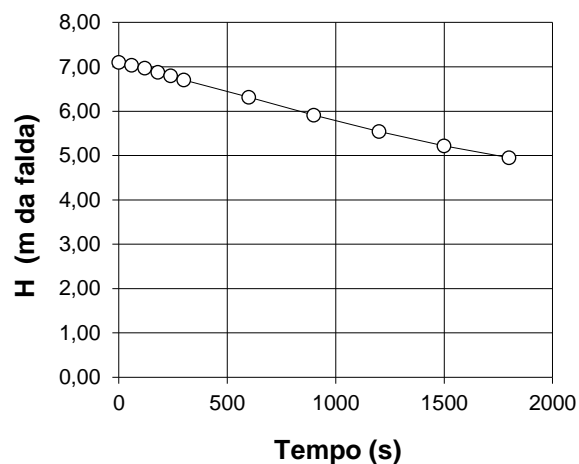
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 3**
**PROVA N°: 2**
**DATA ESECUZIONE: 17/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA3-L2**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 7,50 a 8,00 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -8,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -7,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -6,50 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	7,10			
60	-0,07	0,532	7,03	7,07	1,13E-03	9,53E-07
120	-0,13	0,466	6,97	7,00	1,10E-03	9,34E-07
180	-0,23	0,374	6,87	6,92	1,53E-03	1,32E-06
240	-0,30	0,297	6,80	6,84	1,28E-03	1,12E-06
300	-0,40	0,202	6,70	6,75	1,58E-03	1,39E-06
600	-0,79	-0,188	6,31	6,51	1,30E-03	1,19E-06
900	-1,19	-0,591	5,91	6,11	1,34E-03	1,31E-06
1200	-1,56	-0,960	5,54	5,72	1,23E-03	1,28E-06
1500	-1,88	-1,284	5,22	5,38	1,08E-03	1,19E-06
1800	-2,15	-1,550	4,95	5,08	8,87E-04	1,04E-06


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Sabbia fine limosa argillosa**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 1,17E-06** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto




**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

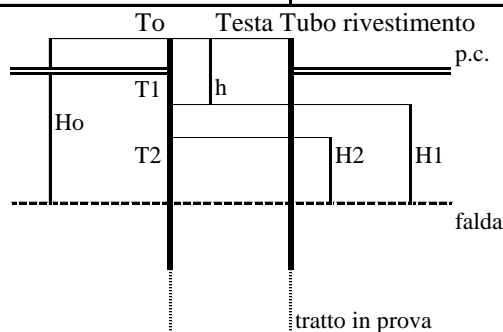
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

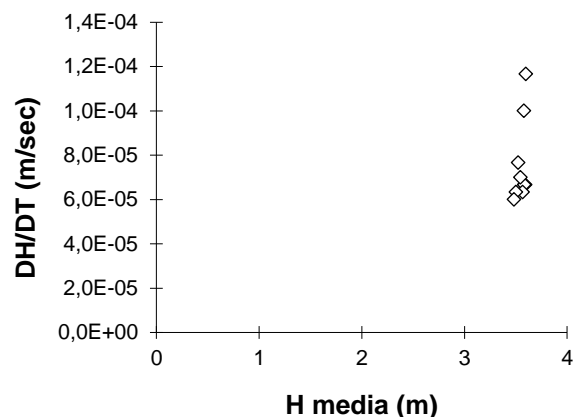
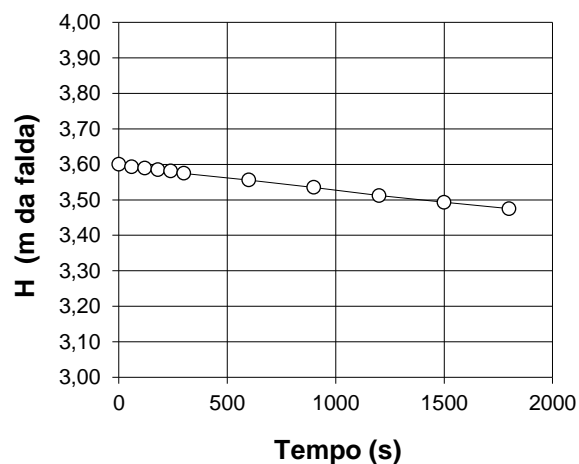
**Data** ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 4**
**PROVA N°: 1**
**DATA ESECUZIONE: 14/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA4-L1**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,50 a 3,00 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -3,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -3,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	3,60			
60	-0,01	0,593	3,59	3,60	1,17E-04	1,93E-07
120	-0,01	0,589	3,59	3,59	6,67E-05	1,10E-07
180	-0,02	0,585	3,59	3,59	6,67E-05	1,10E-07
240	-0,02	0,581	3,58	3,58	6,67E-05	1,11E-07
300	-0,03	0,575	3,58	3,58	1,00E-04	1,66E-07
600	-0,04	0,556	3,56	3,57	6,33E-05	1,06E-07
900	-0,07	0,535	3,54	3,55	7,00E-05	1,17E-07
1200	-0,09	0,512	3,51	3,52	7,67E-05	1,29E-07
1500	-0,11	0,493	3,49	3,50	6,33E-05	1,07E-07
1800	-0,13	0,475	3,48	3,48	6,00E-05	1,02E-07


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Limo argilloso deb sabbioso**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 1,25E-07** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

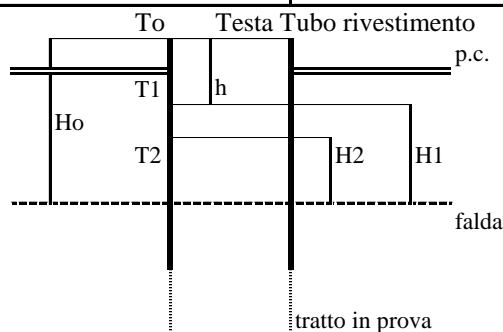
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

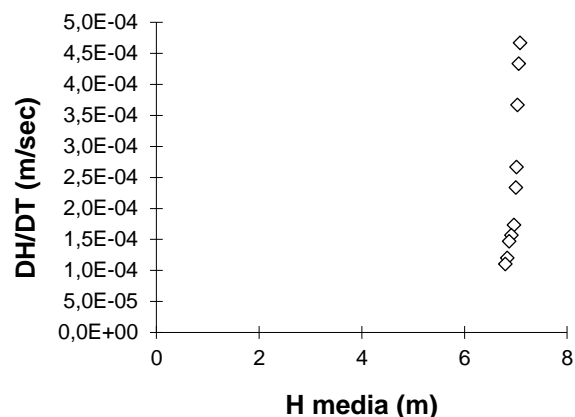
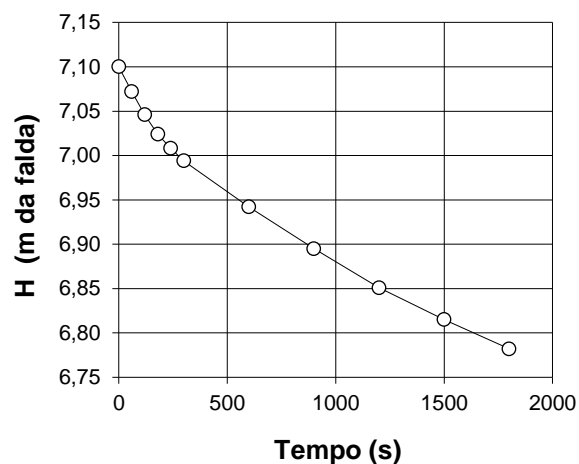
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 4**
**PROVA N°: 2**
**DATA ESECUZIONE: 14/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA4-L2**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 8,30 a 8,80 m  
 TEMPO DI PROVA ..... minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -8,80 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -8,30 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -6,50 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	7,10			
60	-0,03	0,572	7,07	7,09	4,67E-04	3,91E-07
120	-0,05	0,546	7,05	7,06	4,33E-04	3,65E-07
180	-0,08	0,524	7,02	7,04	3,67E-04	3,10E-07
240	-0,09	0,508	7,01	7,02	2,67E-04	2,26E-07
300	-0,11	0,494	6,99	7,00	2,33E-04	1,98E-07
600	-0,16	0,442	6,94	6,97	1,73E-04	1,48E-07
900	-0,21	0,395	6,90	6,92	1,57E-04	1,35E-07
1200	-0,25	0,351	6,85	6,87	1,47E-04	1,27E-07
1500	-0,29	0,315	6,82	6,83	1,20E-04	1,04E-07
1800	-0,32	0,282	6,78	6,80	1,10E-04	9,62E-08


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Limo argilloso deb sabbioso**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 2,10E-07** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 $H_m = (H_1 + H_2)/2$   $DH/DT = (H_1 - H_2)/(T_2 - T_1)$

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

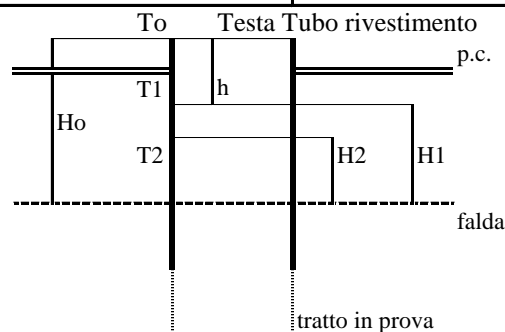
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

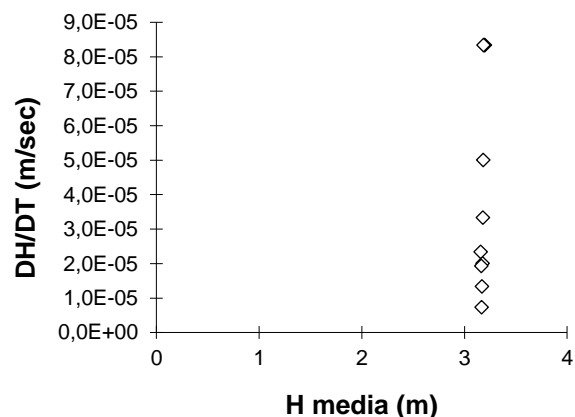
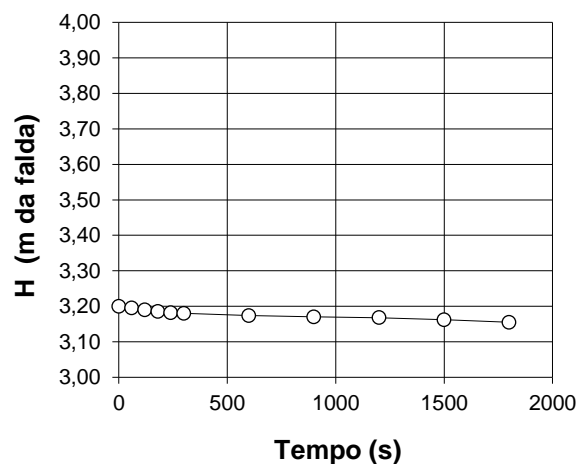
**Data** ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 5**
**PROVA N°: 1**
**DATA ESECUZIONE: 13/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA5-L1**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,10 a 2,60 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -2,60 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,10 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -2,60 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	3,20			
60	-0,01	0,595	3,20	3,20	8,33E-05	1,55E-07
120	-0,01	0,590	3,19	3,19	8,33E-05	1,55E-07
180	-0,02	0,585	3,19	3,19	8,33E-05	1,55E-07
240	-0,02	0,582	3,18	3,18	5,00E-05	9,33E-08
300	-0,02	0,580	3,18	3,18	3,33E-05	6,23E-08
600	-0,03	0,574	3,17	3,18	2,00E-05	3,74E-08
900	-0,03	0,570	3,17	3,17	1,33E-05	2,50E-08
1200	-0,03	0,568	3,17	3,17	7,33E-06	1,38E-08
1500	-0,04	0,562	3,16	3,16	1,93E-05	3,63E-08
1800	-0,05	0,555	3,16	3,16	2,33E-05	4,39E-08


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Argilla limosa deb sabbiosa**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 7,77E-08** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto




**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

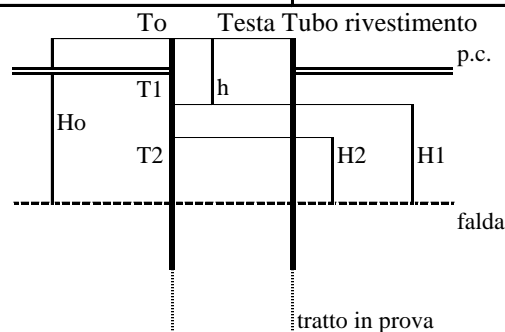
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

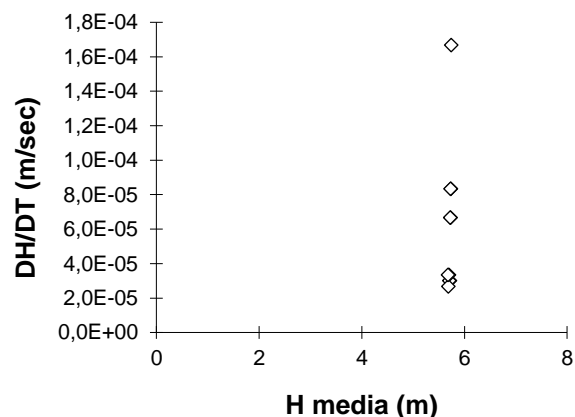
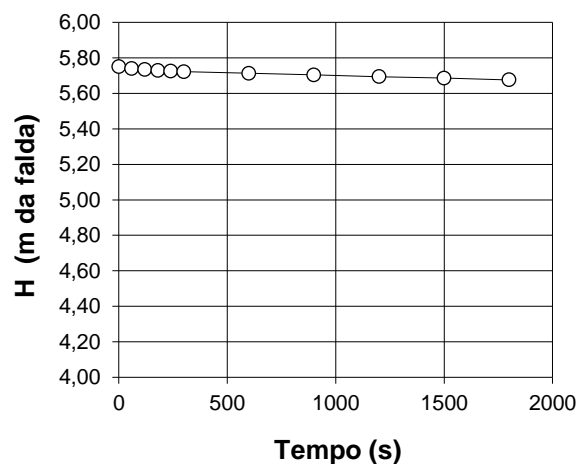
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 5**
**PROVA N°: 2**
**DATA ESECUZIONE: 13/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA5-L2**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 7,95 a 8,45 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -8,45 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -7,95 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -5,15 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	5,75			
60	-0,01	0,590	5,74	5,75	1,67E-04	1,72E-07
120	-0,02	0,585	5,74	5,74	8,33E-05	8,63E-08
180	-0,02	0,580	5,73	5,73	8,33E-05	8,64E-08
240	-0,02	0,576	5,73	5,73	6,67E-05	6,92E-08
300	-0,03	0,572	5,72	5,72	6,67E-05	6,92E-08
600	-0,04	0,563	5,71	5,72	3,00E-05	3,12E-08
900	-0,05	0,554	5,70	5,71	3,00E-05	3,12E-08
1200	-0,06	0,544	5,69	5,70	3,33E-05	3,48E-08
1500	-0,06	0,536	5,69	5,69	2,67E-05	2,79E-08
1800	-0,07	0,526	5,68	5,68	3,33E-05	3,49E-08


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Argilla limosa deb sabbiosa**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 6,43E-08** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

**Data** ott-16

**COMMITTENTE:** AIPO - PARMA

**CANTIERE:** Cassa di espansione del T. Baganza (PR)

**SONDAGGIO n°:** SA 6

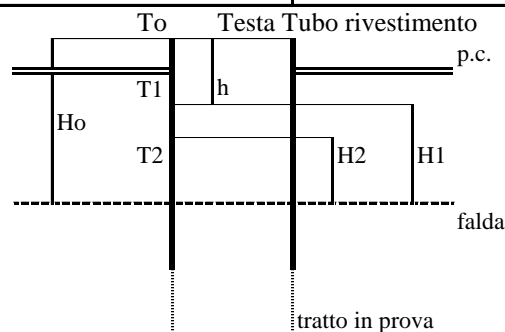
**PROVA N°:** 1

**DATA ESECUZIONE:** 12/10/2016

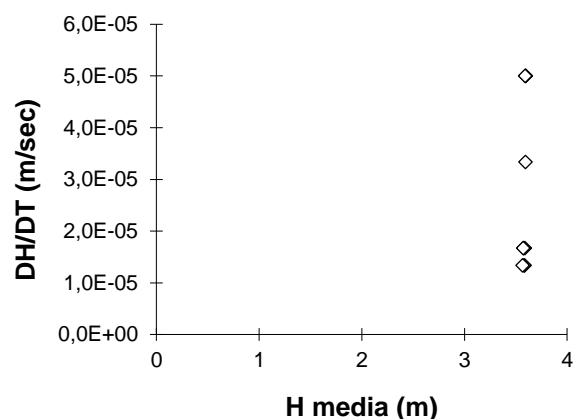
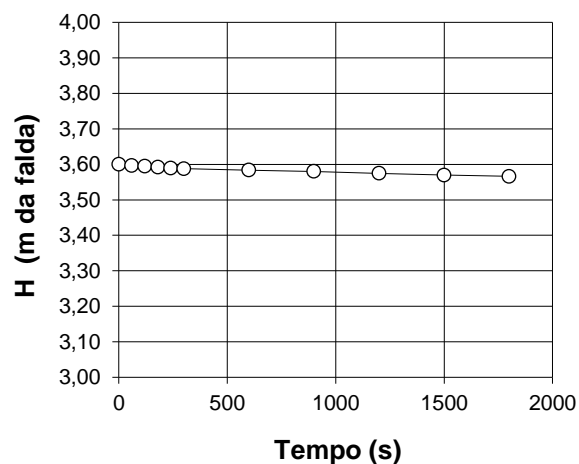
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:** C023/16

**CERTIFICATO N°:** SA6-L1

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,50 a 3,00 m  
 TEMPO DI PROVA ..... minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -3,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -3,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	3,60			
60	0,00	0,597	3,60	3,60	5,00E-05	8,26E-08
120	-0,01	0,595	3,60	3,60	3,33E-05	5,51E-08
180	-0,01	0,592	3,59	3,59	5,00E-05	8,27E-08
240	-0,01	0,589	3,59	3,59	5,00E-05	8,28E-08
300	-0,01	0,588	3,59	3,59	1,67E-05	2,76E-08
600	-0,02	0,584	3,58	3,59	1,33E-05	2,21E-08
900	-0,02	0,580	3,58	3,58	1,33E-05	2,21E-08
1200	-0,03	0,575	3,58	3,58	1,67E-05	2,77E-08
1500	-0,03	0,570	3,57	3,57	1,67E-05	2,77E-08
1800	-0,03	0,566	3,57	3,57	1,33E-05	2,22E-08


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:** Argilla limosa deb sabbiosa

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 4,53E-08** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

**Data** ott-16

**COMMITTENTE:** AIPO - PARMA

**CANTIERE:** Cassa di espansione del T. Baganza (PR)

**SONDAGGIO n°:** SA 6

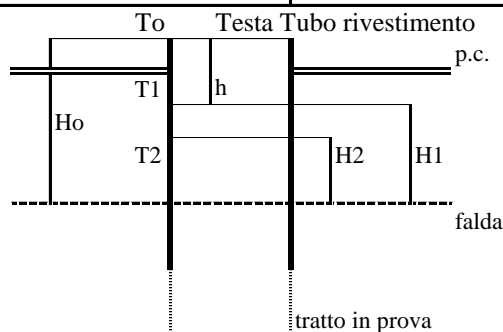
**PROVA N°:** 2

**DATA ESECUZIONE:** 12/10/2016

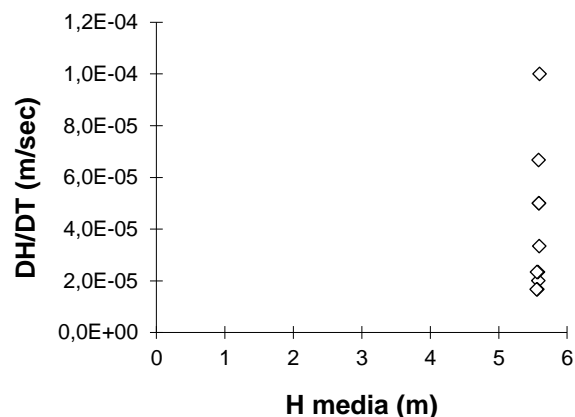
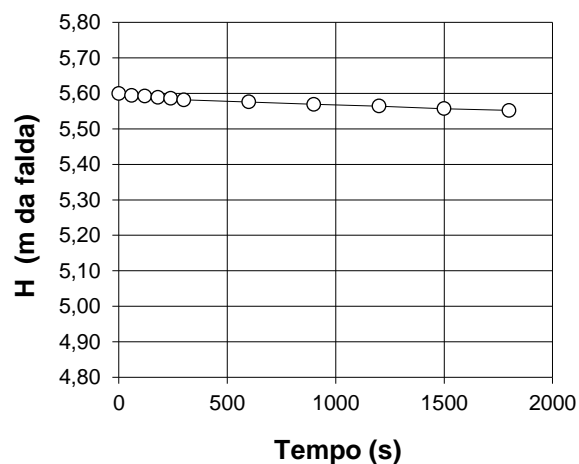
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:** C023/16

**CERTIFICATO N°:** SA6-L2

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 7,60 a 8,00 m  
 TEMPO DI PROVA ..... minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -8,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -6,00 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -5,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 2,00 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 3,410  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	5,60			
60	-0,01	0,594	5,59	5,60	1,00E-04	4,20E-08
120	-0,01	0,592	5,59	5,59	3,33E-05	1,40E-08
180	-0,01	0,589	5,59	5,59	5,00E-05	2,10E-08
240	-0,01	0,586	5,59	5,59	5,00E-05	2,10E-08
300	-0,02	0,582	5,58	5,58	6,67E-05	2,80E-08
600	-0,02	0,576	5,58	5,58	2,00E-05	8,42E-09
900	-0,03	0,569	5,57	5,57	2,33E-05	9,83E-09
1200	-0,04	0,564	5,56	5,57	1,67E-05	7,03E-09
1500	-0,04	0,557	5,56	5,56	2,33E-05	9,85E-09
1800	-0,05	0,552	5,55	5,55	1,67E-05	7,05E-09


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:** Argilla limosa deb sabbiosa

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 1,68E-08** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto




**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

**Data** ott-16

**COMMITTENTE:** AIPO - PARMA

**CANTIERE:** Cassa di espansione del T. Baganza (PR)

**SONDAGGIO n°:** SA 7

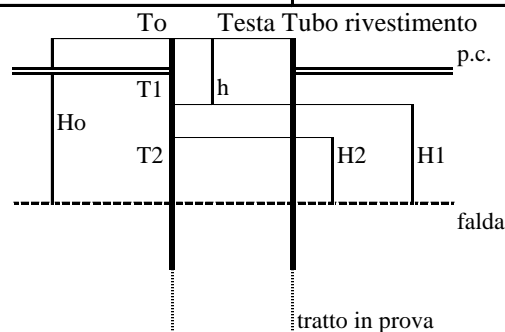
**PROVA N°:** 1

**DATA ESECUZIONE:** 10/10/2016

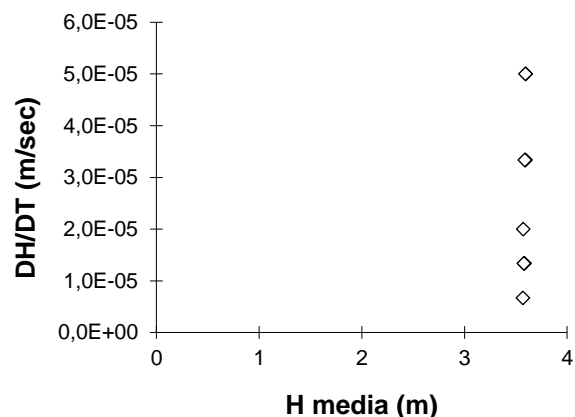
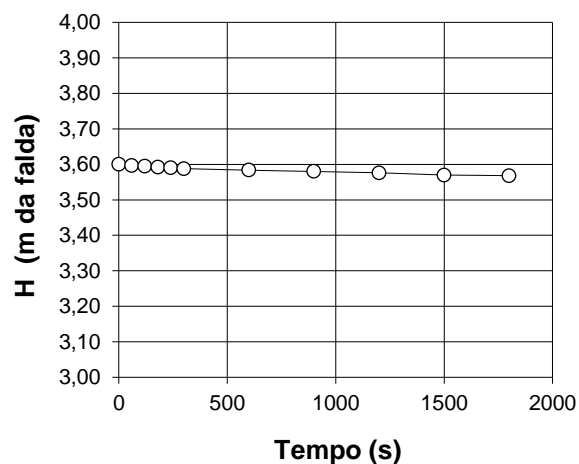
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:** C023/16

**CERTIFICATO N°:** SA7-L1

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,50 a 3,00 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -3,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -3,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	3,60			
60	0,00	0,597	3,60	3,60	5,00E-05	8,26E-08
120	-0,01	0,595	3,60	3,60	3,33E-05	5,51E-08
180	-0,01	0,592	3,59	3,59	5,00E-05	8,27E-08
240	-0,01	0,590	3,59	3,59	3,33E-05	5,52E-08
300	-0,01	0,588	3,59	3,59	3,33E-05	5,52E-08
600	-0,02	0,584	3,58	3,59	1,33E-05	2,21E-08
900	-0,02	0,580	3,58	3,58	1,33E-05	2,21E-08
1200	-0,02	0,576	3,58	3,58	1,33E-05	2,21E-08
1500	-0,03	0,570	3,57	3,57	2,00E-05	3,33E-08
1800	-0,03	0,568	3,57	3,57	6,67E-06	1,11E-08


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:** Argilla limosa deb sabbiosa

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 4,41E-08** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

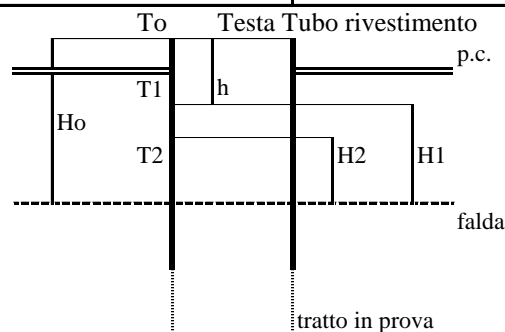
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

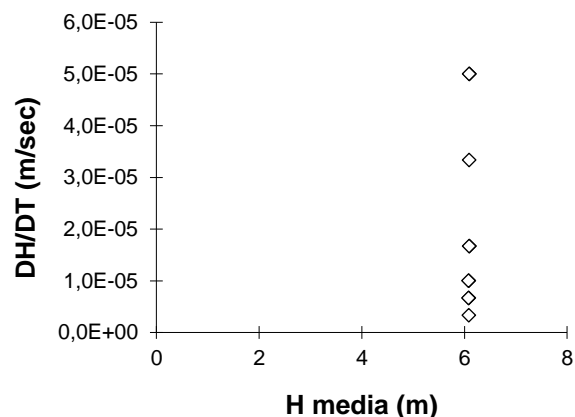
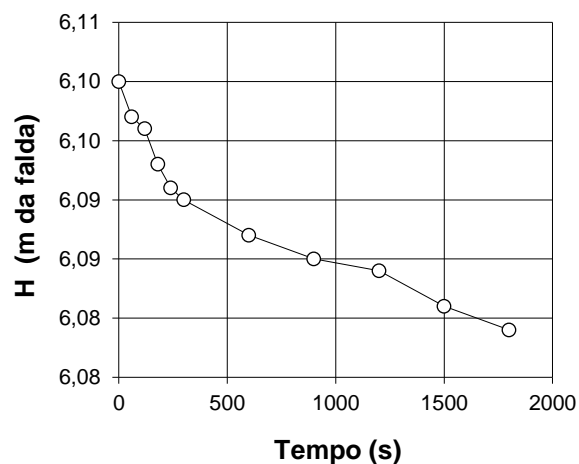
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 7**
**PROVA N°: 2**
**DATA ESECUZIONE: 10/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA7-L2**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 7,00 a 7,50 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -7,50 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -7,00 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -5,50 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,600	6,10			
60	0,00	0,597	6,10	6,10	5,00E-05	4,87E-08
120	0,00	0,596	6,10	6,10	1,67E-05	1,62E-08
180	-0,01	0,593	6,09	6,09	5,00E-05	4,88E-08
240	-0,01	0,591	6,09	6,09	3,33E-05	3,25E-08
300	-0,01	0,590	6,09	6,09	1,67E-05	1,63E-08
600	-0,01	0,587	6,09	6,09	1,00E-05	9,76E-09
900	-0,02	0,585	6,09	6,09	6,67E-06	6,51E-09
1200	-0,02	0,584	6,08	6,08	3,33E-06	3,26E-09
1500	-0,02	0,581	6,08	6,08	1,00E-05	9,77E-09
1800	-0,02	0,579	6,08	6,08	6,67E-06	6,52E-09


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Argilla limosa deb sabbiosa**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 1,98E-08** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

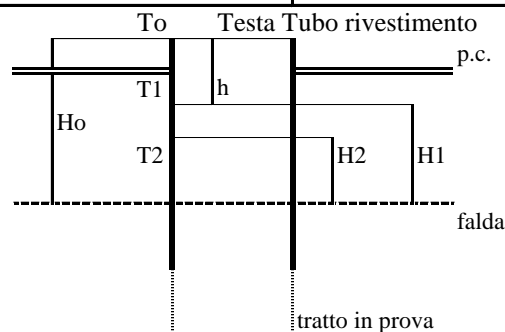
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

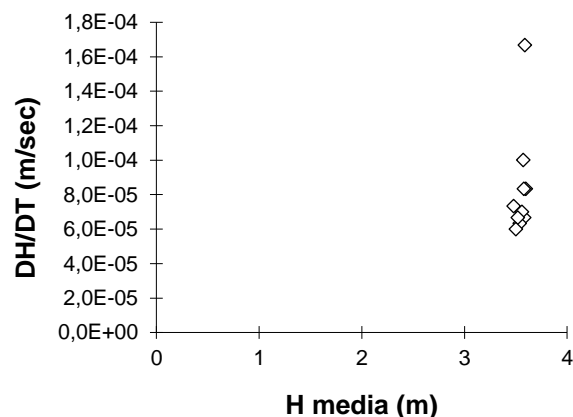
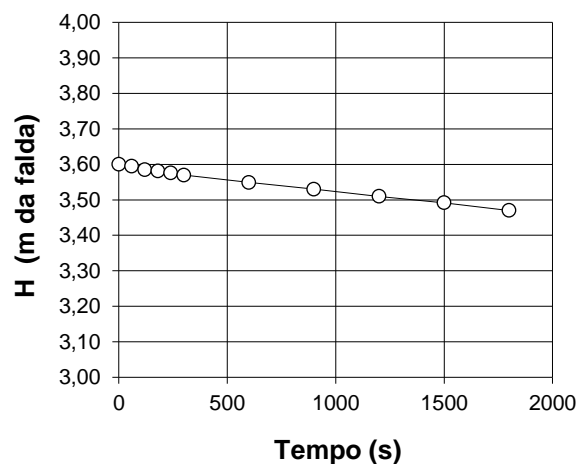
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 8**
**PROVA N°: 1**
**DATA ESECUZIONE: 04/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA8-L1**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,50 a 3,00 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -3,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -3,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	3,60			
60	-0,01	0,595	3,60	3,60	8,33E-05	1,38E-07
120	-0,02	0,585	3,59	3,59	1,67E-04	2,76E-07
180	-0,02	0,581	3,58	3,58	6,67E-05	1,11E-07
240	-0,02	0,576	3,58	3,58	8,33E-05	1,38E-07
300	-0,03	0,570	3,57	3,57	1,00E-04	1,66E-07
600	-0,05	0,549	3,55	3,56	7,00E-05	1,17E-07
900	-0,07	0,530	3,53	3,54	6,33E-05	1,06E-07
1200	-0,09	0,510	3,51	3,52	6,67E-05	1,13E-07
1500	-0,11	0,492	3,49	3,50	6,00E-05	1,02E-07
1800	-0,13	0,470	3,47	3,48	7,33E-05	1,25E-07


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Limo sabbioso**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 1,39E-07** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto




**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

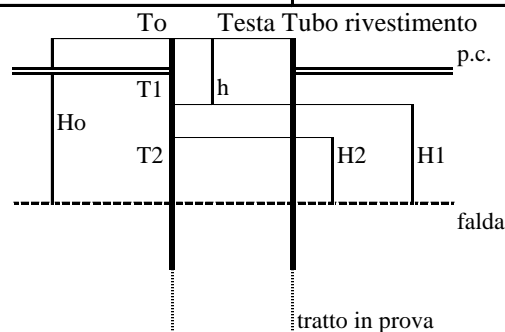
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

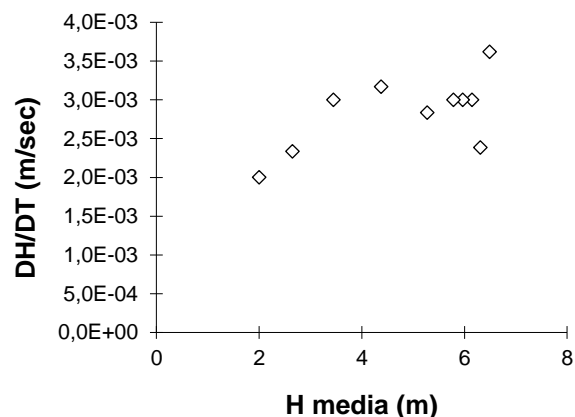
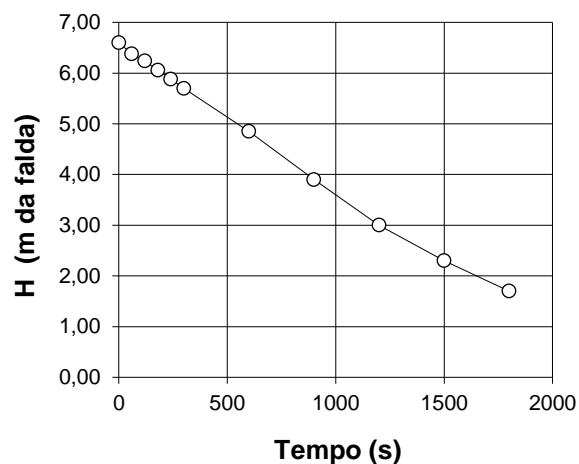
**Data** ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 8**
**PROVA N°: 2**
**DATA ESECUZIONE: 04/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA8-L2**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 6,00 a 6,50 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -6,50 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -6,00 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -6,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	6,60			
60	-0,22	0,383	6,38	6,49	3,62E-03	3,31E-06
120	-0,36	0,240	6,24	6,31	2,38E-03	2,24E-06
180	-0,54	0,060	6,06	6,15	3,00E-03	2,90E-06
240	-0,72	-0,120	5,88	5,97	3,00E-03	2,99E-06
300	-0,90	-0,300	5,70	5,79	3,00E-03	3,08E-06
600	-1,75	-1,150	4,85	5,28	2,83E-03	3,19E-06
900	-2,70	-2,100	3,90	4,38	3,17E-03	4,30E-06
1200	-3,60	-3,000	3,00	3,45	3,00E-03	5,17E-06
1500	-4,30	-3,700	2,30	2,65	2,33E-03	5,23E-06
1800	-4,90	-4,300	1,70	2,00	2,00E-03	5,94E-06


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Limo sabbioso**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 3,84E-06** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

**Data** ott-16

**COMMITTENTE:** AIPO - PARMA

**CANTIERE:** Cassa di espansione del T. Baganza (PR)

**SONDAGGIO n°:** SA 9

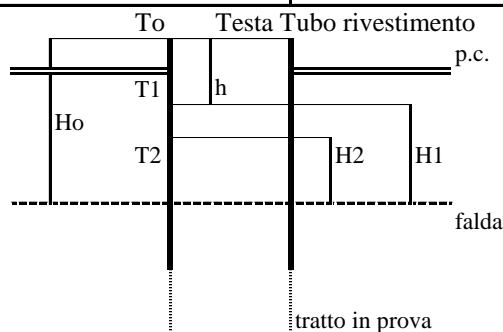
**PROVA N°:** 1

**DATA ESECUZIONE:** 07/10/2016

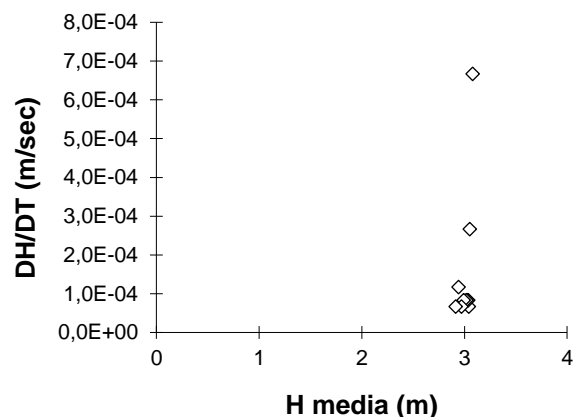
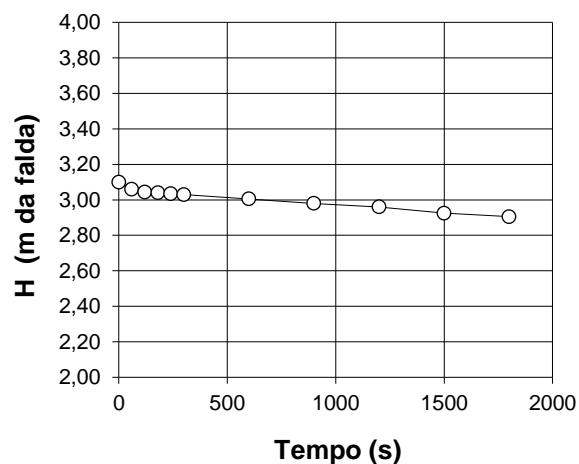
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:** C023/16

**CERTIFICATO N°:** SA9-L1

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,00 a 2,50 m  
 TEMPO DI PROVA ..... minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -2,50 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,00 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -2,50 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	3,10			
60	-0,04	0,560	3,06	3,08	6,67E-04	1,29E-06
120	-0,06	0,544	3,04	3,05	2,67E-04	5,19E-07
180	-0,06	0,540	3,04	3,04	6,67E-05	1,30E-07
240	-0,07	0,535	3,04	3,04	8,33E-05	1,63E-07
300	-0,07	0,530	3,03	3,03	8,33E-05	1,63E-07
600	-0,10	0,505	3,01	3,02	8,33E-05	1,64E-07
900	-0,12	0,480	2,98	2,99	8,33E-05	1,65E-07
1200	-0,14	0,460	2,96	2,97	6,67E-05	1,33E-07
1500	-0,18	0,425	2,93	2,94	1,17E-04	2,36E-07
1800	-0,20	0,405	2,91	2,92	6,67E-05	1,36E-07


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:** Limo sabbioso

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 3,10E-07** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

**Commessa** 023cm16

**Data** ott-16

**COMMITTENTE:** AIPO - PARMA

**CANTIERE:** Cassa di espansione del T. Baganza (PR)

**SONDAGGIO n°:** SA 9

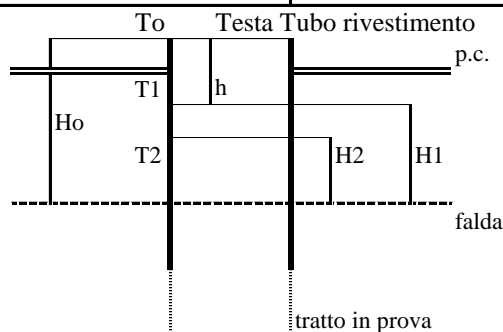
**PROVA N°:** 2

**DATA ESECUZIONE:** 07/10/2016

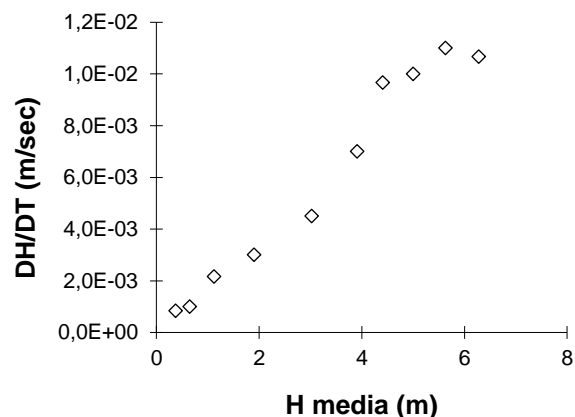
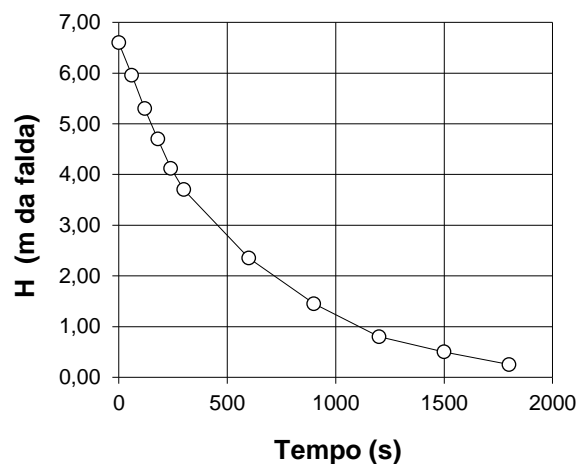
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:** C023/16

**CERTIFICATO N°:** SA9-L2

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 5,50 a 6,00 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -6,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -5,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -6,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	6,60			
60	-0,64	-0,040	5,96	6,28	1,07E-02	1,01E-05
120	-1,30	-0,700	5,30	5,63	1,10E-02	1,16E-05
180	-1,90	-1,300	4,70	5,00	1,00E-02	1,19E-05
240	-2,48	-1,880	4,12	4,41	9,67E-03	1,30E-05
300	-2,90	-2,300	3,70	3,91	7,00E-03	1,06E-05
600	-4,25	-3,650	2,35	3,03	4,50E-03	8,84E-06
900	-5,15	-4,550	1,45	1,90	3,00E-03	9,38E-06
1200	-5,80	-5,200	0,80	1,13	2,17E-03	1,14E-05
1500	-6,10	-5,500	0,50	0,65	1,00E-03	9,14E-06
1800	-6,35	-5,750	0,25	0,38	8,33E-04	1,32E-05


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:** Ghiaia sabbiosa limosa

**NOTE:**  $K = A(DH/DT)/CH_m = 1,09E-05$  m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 $H_m = (H_1 + H_2)/2$   $DH/DT = (H_1 - H_2)/(T_2 - T_1)$

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto




**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

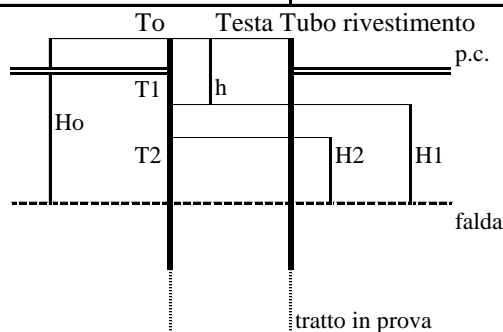
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

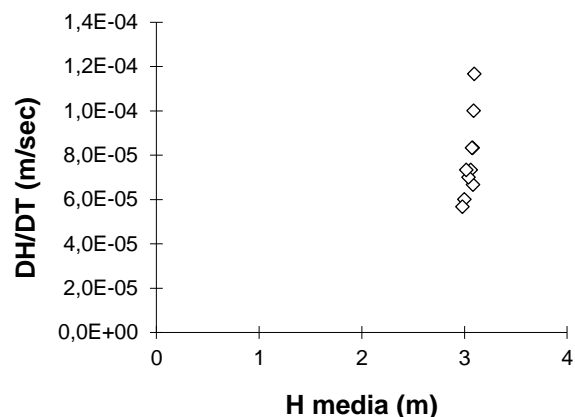
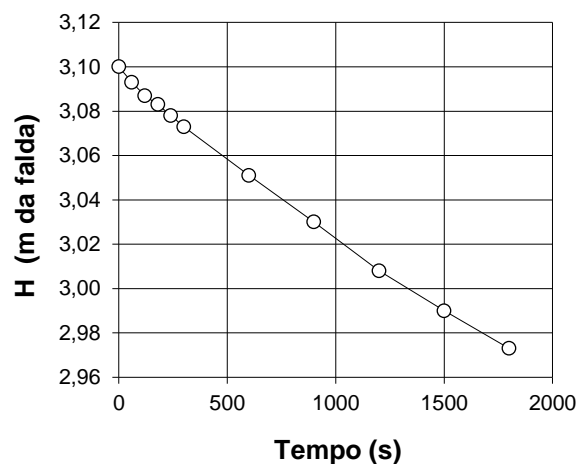
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 10**
**PROVA N°: 1**
**DATA ESECUZIONE: 03/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA10-L1**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 2,50 a 3,00 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -3,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -2,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -2,50 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	3,10			
60	-0,01	0,593	3,09	3,10	1,17E-04	2,24E-07
120	-0,01	0,587	3,09	3,09	1,00E-04	1,92E-07
180	-0,02	0,583	3,08	3,09	6,67E-05	1,28E-07
240	-0,02	0,578	3,08	3,08	8,33E-05	1,61E-07
300	-0,03	0,573	3,07	3,08	8,33E-05	1,61E-07
600	-0,05	0,551	3,05	3,06	7,33E-05	1,42E-07
900	-0,07	0,530	3,03	3,04	7,00E-05	1,37E-07
1200	-0,09	0,508	3,01	3,02	7,33E-05	1,44E-07
1500	-0,11	0,490	2,99	3,00	6,00E-05	1,19E-07
1800	-0,13	0,473	2,97	2,98	5,67E-05	1,13E-07


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Limo sabbioso**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 1,52E-07** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto


**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"**

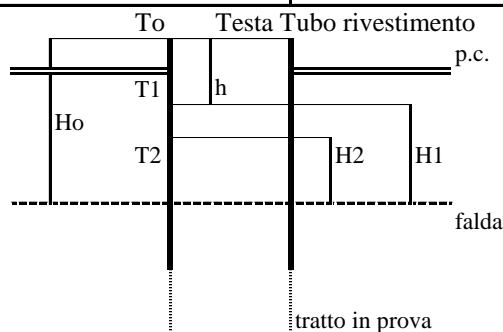
 Prova per immissione a carico variabile  
 Secondo Raccomandazioni AGI (1977)

Commessa 023cm16

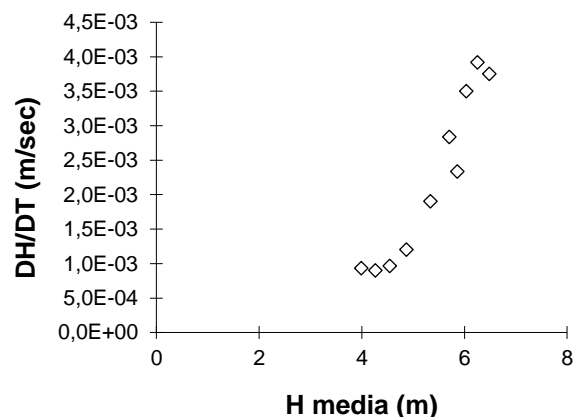
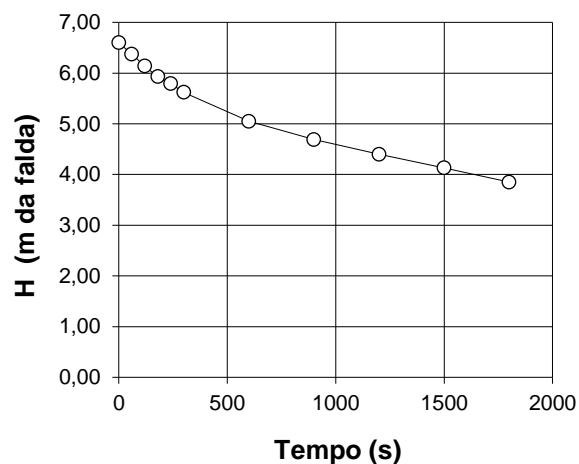
Data ott-16

**COMMITTENTE: AIPO - PARMA**
**CANTIERE: Cassa di espansione del T. Baganza (PR)**
**SONDAGGIO n°: SA 10**
**PROVA N°: 2**
**DATA ESECUZIONE: 03/10/2016**
**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C023/16**
**CERTIFICATO N°: SA10-L2**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da 5,50 a 6,00 m  
 TEMPO DI PROVA \_\_\_\_\_ minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -6,00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -5,50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0,60 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA -6,00 m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0,50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0,101 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 1,347  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0,008 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0,000	0,600	6,60			
60	-0,23	0,375	6,38	6,49	3,75E-03	3,44E-06
120	-0,46	0,140	6,14	6,26	3,92E-03	3,72E-06
180	-0,67	-0,070	5,93	6,04	3,50E-03	3,45E-06
240	-0,81	-0,210	5,79	5,86	2,33E-03	2,37E-06
300	-0,98	-0,380	5,62	5,71	2,83E-03	2,95E-06
600	-1,55	-0,950	5,05	5,34	1,90E-03	2,12E-06
900	-1,91	-1,310	4,69	4,87	1,20E-03	1,46E-06
1200	-2,20	-1,600	4,40	4,55	9,67E-04	1,26E-06
1500	-2,47	-1,870	4,13	4,27	9,00E-04	1,25E-06
1800	-2,75	-2,150	3,85	3,99	9,33E-04	1,39E-06


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Argilla limosa sabbiosa**

NOTE: **K= A(DH/DT)/CHm= 2,34E-06** m/s (valore medio sull'intero intervallo)  
 Hm =( H1+H2)/2 DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

**Sperimentatore** Dott. Geol. P. Pasqualetto

**Direttore** Dott. Geol. T. Vicenzetto

## **APPENDICE 4**

Tabelle delle analisi chimiche sui campioni dei pozzetti TA



**AIPO - CASSA DI ESPANSIONE DEL T. BAGANZA****TABELLE ANALISI SUI TERRENI DEI POZZETTI "TA"**

<b>Certificato</b>			13164	13167	13168	13169	13170	13171	13172	13173	13174	13175	13176
			TA1-1	TA1-2	TA2-1	TA2-2	TA3-1	TA3-2	TA4-C1	TA5-1	TA5-2	TA6-1	TA6-2
<b>Parametro</b>	<b>U.M.</b>	<b>LOQ</b>	0,6-1,0	1,0-2,2	0,0-0,8	0,8-1,7	0,6-1,0	1,0-1,6	0,3-0,7	0,6-1,0	1,0-1,8	1,0-1,5	2,5-3,0
Sostanza secca (Residuo a 105°C)	%	,1	91,4	90,1	94,3	92,6	93,2	78,3	85,7	87,4	86,1	79,8	82,4
Residuo a 550 °C (Ceneri)	%	,1	84,7	85,6	90,4	90,0	88,7	74,1	81,1	82,0	83,0	74,0	78,9
pH		1	9,08	8,97	9,21	9,24	9,26	9,01	8,76	8,79	9,07	8,74	8,98
Carbonio organico totale (TOC)	mg/kg	1000	8470	3410	<1000	<1000	1390	2520	<1000	1840	<1000	<1000	1260
Antimonio	mg/kg	2	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Arsenico	mg/kg	2	4,29	4,77	3,82	2,90	3,71	3,16	5,89	5,24	4,96	5,18	5,22
Berillio	mg/kg	1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	0,82	<1,00
Cadmio	mg/kg	1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Cromo totale	mg/kg	2	48,3	40,5	35,2	23,5	41,8	26,3	31,3	35,4	35,3	35,8	32,4
Cromo esavalente	mg/kg	,1	0,49	0,93	0,58	0,21	0,31	0,30	1,83	0,68	0,95	0,66	0,22
Mercurio	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Nichel	mg/kg	2	43,9	38,7	38,5	27,8	44,8	28,3	25,0	30,2	33,5	31,7	31,1
Piombo	mg/kg	2	11,9	10,7	7,60	4,50	8,78	8,22	9,77	31,8	9,47	14,6	16,6
Rame	mg/kg	2	25,7	16,8	15,6	10,5	18,0	11,8	8,34	22,5	20,1	10,1	20,8
Selenio	mg/kg	1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Stagno	mg/kg	2	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	18,2	<2,00	<2,00	4,06	<2,00	<2,00	156
Tallio	mg/kg	1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Tellurio	mg/kg	1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Vanadio	mg/kg	2	38,3	33,2	13,7	9,63	15,2	12,8	20,3	19,6	19,5	21,9	24,8
Zinco	mg/kg	2	56,7	53,9	45,5	34,9	85,3	45,8	29,3	62,8	38,7	36,8	53,0
Benzene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Etilbenzene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Stirene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Toluene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
(m+p)-Xilene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
o-Xilene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cumene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
n-propilbenzene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,2,4-Trimetilbenzene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,3,5-Trimetilbenzene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Alfa-metilstirene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
4-Ter-butiltoluene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Naftalene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Acenaftilene	mg/kg	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaftene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Fluorene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Fenantrene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Antracene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Fluorantene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Pirene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Benzo(a)antracene	mg/kg	,5	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Crisene	mg/kg	,5	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Benzo(b+j)fluorantene	mg/kg	1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	,5	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Benzo(a)pirene	mg/kg	,5	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Indeno(1,2,3-cd)pirene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	,5	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50

## AIPO - CASSA DI ESPANSIONE DEL T. BAGANZA

## TABELLE ANALISI SUI TERRENI DEI POZZETTI "TA"

Certificato			13164	13167	13168	13169	13170	13171	13172	13173	13174	13175	13176
			TA1-1	TA1-2	TA2-1	TA2-2	TA3-1	TA3-2	TA4-C1	TA5-1	TA5-2	TA6-1	TA6-2
Parametro	U.M.	LOQ	0,6-1,0	1,0-2,2	0,0-0,8	0,8-1,7	0,6-1,0	1,0-1,6	0,3-0,7	0,6-1,0	1,0-1,8	1,0-1,5	2,5-3,0
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Benzo(e)pirene	mg/kg	,5	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici (parere ISS 35653 del 6/8/10 All.1)	mg/kg		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,1,1,2-Tetracloroetano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,1,1-Tricloroetano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,1,2,2-Tetracloroetano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,1,2-Tricloroetano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,1-Dicloroetano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,1-Dicloroetilene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,1-Dicloropropene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,2,3-Tricloropropano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,2-Dibromoetano	mg/kg	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-Dicloroetano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,2-Dicloropropano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,3-Dicloropropano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
2,2-Dicloropropano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
2,3-Dicloropropene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
2-Cloro-1,3-butadiene (Beta-cloroprene)	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
3-cloropropene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Benzilcloruro	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Bis(2-cloroisopropil)etere	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Bromoclorometano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Bromodiclorometano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Bromoformio	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cis-1,2-dicloroetilene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cis-1,3-dicloropropene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cloroetano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cloroformio	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Clorometano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cloruro di vinile	mg/kg	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Dibromoclorometano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Dibromometano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Diclorometano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Esaclobutadiene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Esacloetano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Tetracloroetilene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Tetraclorometano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Trans-1,2-dicloroetilene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Trans-1,3-dicloropropene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Tricloroetilene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Triclorofluorometano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
4-Vinilciclosene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,3-Butadiene	mg/kg	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

**AIPO - CASSA DI ESPANSIONE DEL T. BAGANZA****TABELLE ANALISI SUI TERRENI DEI POZZETTI "TA"**

<b>Certificato</b>			13164	13167	13168	13169	13170	13171	13172	13173	13174	13175	13176
			TA1-1	TA1-2	TA2-1	TA2-2	TA3-1	TA3-2	TA4-C1	TA5-1	TA5-2	TA6-1	TA6-2
<b>Parametro</b>	<b>U.M.</b>	<b>LOQ</b>	0,6-1,0	1,0-2,2	0,0-0,8	0,8-1,7	0,6-1,0	1,0-1,6	0,3-0,7	0,6-1,0	1,0-1,8	1,0-1,5	2,5-3,0
2-butossietanolo	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
2-Esanone	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
2-Metossietile acetato	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Acetone	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Acetonitrile	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Acrilonitrile	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
n-Butile acetato	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cicloesano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Etere etilico	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Diisobutil chetone	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Etanolo	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Etile Acetato+metiletilchetone	mg/kg	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Isobutanol	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Isobutile acetato	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Isoprene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Isopropanolo	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Isopropil acetato	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Metile acetato	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Metile acrilato	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Metilmetacrilato	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Metilisobutilchetone	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Metiliterbutiletere (MTBE)	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
n-Butanolo	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
n-esano	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
n-Propile acetato	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Sec-butanolo	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Ter-butanolo (alcol terbutilico)	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Acetato di vinile	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Clorobenzene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,2-Diclorobenzene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,3-Diclorobenzene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,4-Diclorobenzene	mg/kg	,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Idrocarburi leggeri C< = 12	mg/kg	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg	10	17,0	122	39,6	13,8	18,2	19,3	<10,0	38,0	24,1	28,0	26,5
Contenuto di amianto (SEM)	ppm	120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120	<120



Gli allegati:

ALLEGATO A INDAGINI GEOGNOSTICHE

ALLEGATO B POZZETTI ESPLORATIVI

ALLEGATO C PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

ALLEGATO D PROVE DI EMUNGIMENTO

ALLEGATO E INDAGINE GEOFISICA

ALLEGATO F CERTIFICATI DELLE ANALISI CHIMICHE

sono depositati e visionabili presso AIPO.