

# REGIONE SICILIANA

## CONSORZIO AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE IDRICO DI AGRIGENTO



*GESTORE DEL SISTEMA IDRICO  
INTEGRATO AMBITO TERRITORIALE  
OTTIMALE DI AGRIGENTO*

L'AMMINISTRATORE DELEGATO

Subentro a Girgenti Acque SpA

### *PROGETTO ESECUTIVO - PRIMO STRALCIO*

Opere di ristrutturazione ed automazione per ottimizzazione  
rete idrica Comune di Agrigento

ALLEGATO N°

2.15.3

TITOLO ELABORATO

Studio Geologico e Geotecnico  
Report indagini sismiche e geognostiche integrative

Nome file: 2.15.3 Report indag. sismiche e geogn. integrative.pdf

Scala:

Visti ed approvazioni:

CUP: C43H11000140004



**Delta Ingegneria s.r.l.**

I DIRETTORI TECNICI  
Ing. Maurizio Carlino  
Ing. Nicola D'Alessandro



Arch. Carmelo Carlino  
Ing. Domenico D'Alessandro  
Ing. Alfonso Collura  
Ing. Desiderio Carlino  
Geol. Massimo Carlino  
Ing. Manuela Carlino  
Ing. Martina Carlino

F					
E					
D					
C					
B					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO	CONTROLLATO	APPROVATO



# Tomo A

- Relazione geofisica
- Documentazione fotografica
- Indagini MASW

# Tomo B

- Relazione riepilogativa
- Tabelle valori di resistenza
- Diagrammi Numero di colpi punta - Rpd
- Diagrammi resistenza dinamica alla punta
- Elaborazione statistica
- Scheda penetrometri italiani
- Scheda esame risultati sperimentali
- Scheda correlazione Nspt - Parametri geotecnici
- Documentazione fotografica

# Tomo C

- Computo metrico indagini sismiche e geognostiche esecutive

REGIONE SICILIANA  
PROVINCIA DI AGRIGENTO  
COMUNE DI AGRIGENTO

**OGGETTO:** lavori servizio idrico Girgenti Acque

**LAVORO :** indagini geofisiche eseguite a supporto dello studio geologico

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Massimo Carlino



***Relazione geofisica***  
Indagini MASW



IL GEOLOGO

\_\_\_\_\_  
dott.ssa Patrizia Capizzi  
(sez. A 3053)



## **1. PREMESSA**

Con la presente relazione si descrivono i risultati ottenuti da un'indagine geofisica di superficie, eseguita tramite n°13 profili sismici di tipo MASW (allegato1), commissionata dal Dott. Geol. Massimo Carlino a supporto dello studio geologico per il progetto dei lavori servizio idrico Girgenti Acque.

L'indagine sismica di tipo MASW ha consentito, per ogni sito indagato, la valutazione del parametro  $V_{s30}$ , ai fini, della caratterizzazione sismica del suolo, come previsto dal Testo Unico per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e successive modifiche del 04.02.2008.

Alla presente si allegano:

- documentazione fotografica (Allegato1)
- elaborati grafici dei sondaggi MASW (Allegato2)

## 2. IL METODO MASW

Nelle prospezioni sismiche per le quali si utilizzano le onde di tipo **P**, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo **Rayleigh**.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda. Questa proprietà si chiama *dispersione*. Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di volume (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (**Vs**), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di **Rayleigh** è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Per ottenere un profilo verticale di velocità **Vs** bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di *dispersione*, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione. MASW può essere efficace anche con solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni verticali a bassa frequenza (4.5 Hz).

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde **S (Vs)** è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D), che descrive la variazione di Vs con la profondità.

Una mappa bidimensionale (mappa 2-D) può essere costruita accostando e sovrapponendo più profili 1-D consecutivi.

### 3. PROGETTO DI INDAGINE

Per l'acquisizione dei dati, è stato utilizzato il sismografo digitale X610-S della M.A.E. ad alta risoluzione, in grado di registrare i segnali provenienti da geofoni a componente verticale e orizzontali e di permettere, grazie ad un software di elaborazione interno, un rapido controllo della qualità della registrazione, consentendo un processing preliminare dei dati in situ. Il sismografo in questione costituisce il componente fondamentale dell'apparato di acquisizione dei dati. Si tratta di uno strumento digitale a 48 canali, dotato di un processore interno ad alta risoluzione, un intervallo minimo di campionamento di 0.0667 ms e un convertitore Analogico/Digitale sigma/delta a 24 bit dedicato al singolo canale.

Le impostazioni dei parametri di acquisizione dello strumento, scelti in funzione del tipo di indagine eseguito, della lunghezza dello stendimento, del grado di risoluzione ricercato, delle condizioni ambientali rispetto alle fonti di rumore e tenendo conto della relativa uniformità delle successioni sedimentarie presenti nelle zone indagate, sono riportate in tabella 1.

PROFILO	TIPO DI INDAGINE	INTERVALLO DI CAMPIONAMENTO	NUMERO DI CAMPIONI	DURATA DI REGISTRAZIONE	NUMERO DI STACKS
M01	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M02	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M03	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M04	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M05	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M06	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M07	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M08	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M09	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M10	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M11	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M12	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3
M13	MASW	266 $\mu$ s	4096	1092 ms	3

**Tabella 1** - Parametri di acquisizione dei profili sismici MASW.

Al fine di incrementare il rapporto segnale\rumore è stato effettuato, su tutte le registrazioni, un processo di *stacking* con numero di *stacks* pari a cinque.

Una massa del peso di 5 kg, battente su una piastra metallica, fissata al terreno in posizione verticale, è stata utilizzata come dispositivo in grado di generare onde sismiche.

Per l'elaborazione dei dati, relativi al profilo sismico, non è stata necessaria una correzione topografica dei dati.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati sismici di tipo MASW è stata eseguita con l'ausilio del software winMASW, che consente di analizzare dati sismici (common-shot gathers) acquisiti in campagna in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della VS (velocità delle onde di taglio).

Tale risultato viene ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW.

La procedura si sviluppa in due operazioni svolte in successione:

- 1) determinazione dello spettro di velocità (sul quale l'utente deve identificare la curva di dispersione);
- 2) inversione della curva di dispersione (precedentemente individuata) attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici (detti anche evolutivi).

I comuni metodi lineari forniscono, infatti, soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale). In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi evolutivi (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni. A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza. E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (search space) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni. Quella finale viene, infine, proposta con una stima della sua attendibilità (deviazioni standard), ottenuta grazie all'utilizzo di tecniche statistiche.

Il principale punto di forza di winMASW è quindi proprio quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli possibili con altre metodologie, arricchiti anche da una stima dell'attendibilità. Tali caratteristiche vengono ottenute a prezzo di uno sforzo

computazionale piuttosto intensivo che si riflette in tempi macchina più lunghi rispetto quelli comunemente necessari coi metodi di inversione lineare (che però rischiano di fornire risultati piuttosto imprecisi). Tali tempi di calcolo dipendono dai parametri scelti dall'utente per l'inversione dei dati.

#### 4. LABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per ogni sondaggio sono state eseguite due energizzazioni verticali agli estremi dello stendimento, per ottimizzare e vincolare il processo di inversione dei dati. Le caratteristiche di acquisizione dei sondaggi sismici eseguiti sono riportate nella tabella 2.

Profilo sismico	Tipo di indagine	Lunghezza totale (m)	Numero geofoni (4.5 Hz)	Posizione I geofono (m)	Posizione ultimo geofono (m)	Interdistanza tra i geofoni (m)
M01	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M02	MASW	26	24	3	26	1
M03	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M04	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M05	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M06	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M07	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M08	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M09	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M10	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M11	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M12	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5
M13	MASW	37.5	24	3	37.5	1.5

**Tabella 2** – Caratteristiche degli stendimenti utilizzati per i sondaggi sismici di tipo MASW.

Le curve di dispersione relative ai sondaggi sismici eseguiti sono riportate nell'allegato 3. Solo il modo fondamentale delle curve è stato analizzato per la ricostruzione del modello 1D di velocità delle onde di taglio e per la determinazione del parametro  $V_{S30}$ .

La tabella 3 riporta i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio e di spessore determinati per tutti gli strati, considerando il migliore modello interpretativo ottenuto. Per questo tipo di modellistica, lo spessore dell'ultimo strato è da considerarsi indefinito.

		I strato	II strato	III strato	IV strato	V strato
M01	VS (m/s)	309	351	492	-	-
	spessore (m)	7.7	5.6	-	-	-
M02	VS (m/s)	292	469	548	-	-
	spessore (m)	4.6	4.8	-	-	-
M03	VS (m/s)	157	255	308	483	-
	spessore (m)	2.2	3.9	5.9	-	-
M04	VS (m/s)	211	214	401	527	-
	spessore (m)	2.4	3	15.6	-	-
M05	VS (m/s)	210	353	656	-	-
	spessore (m)	3.8	2.6	-	-	-
M06	VS (m/s)	138	185	201	335	-
	spessore (m)	2.9	4.3	7.1	-	-
M07	VS (m/s)	118	198	237	402	-
	spessore (m)	3.7	3.3	5.1	-	-
M08	VS (m/s)	168	274	302	351	509
	spessore (m)	3.4	3.3	3.0	19.2	-
M09	VS (m/s)	265	367	288	308	390
	spessore (m)	2.8	1.3	3.1	9.2	-
M10	VS (m/s)	248	274	302	495	-
	spessore (m)	4.1	3.1	14.9	-	-
M11	VS (m/s)	268	306	473	-	-
	spessore (m)	7	7.2	-	-	-
M12	VS (m/s)	148	292	257	380	581
	spessore (m)	3.2	2.9	3.8	11.5	-
M13	VS (m/s)	336	217	358	418	-
	spessore (m)	3	7.8	20.0	-	-

**Tabella 3** – Valori di velocità di propagazione delle onde di taglio e di spessore, relative ai migliori modelli interpretativi ottenuti.

La tabella 4 mostra i valori del parametro Vs30 calcolati dal piano campagna e considerando il piano di fondazione delle opere da eseguire ad una profondità di 1 metro, 1.5 metri e 2 metri. È stata inoltre riportata la categoria di sottosuolo, in base alla classificazione dei terreni prevista dal Testo Unico per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e successive modifiche del 04.02.2008.

	Vs30 P.C.	Vs30 P.F. 1 m	Vs30 P.F. 1.5 m	Vs30 P.F. 2 m	Categoria suolo
M01	401 m/s	408 m/s	411 m/s	414 m/s	<b>B</b>
M02	472 m/s	484 m/s	490 m/s	497 m/s	<b>B</b>
M03	350 m/s	368 m/s	378 m/s	389 m/s	<b>C/B</b>
M04	369 m/s	382 m/s	389 m/s	396 m/s	<b>B</b>
M05	488 m/s	515 m/s	530 m/s	546 m/s	<b>B</b>
M06	237 m/s	246 m/s	250 m/s	254 m/s	<b>C</b>
M07	263 m/s	278 m/s	285 m/s	294 m/s	<b>C</b>
M08	303 m/s	316 m/s	322 m/s	329 m/s	<b>C</b>
M09	335 m/s	339 m/s	342 m/s	344 m/s	<b>C</b>
M10	322 m/s	329 m/s	333 m/s	337 m/s	<b>C</b>
M11	361 m/s	368 m/s	372 m/s	376 m/s	<b>B</b>
M12	328 m/s	347 m/s	358 m/s	369 m/s	<b>C/B</b>
M13	304 m/s	305 m/s	306 m/s	307 m/s	<b>C</b>

**Tabella 4** – Valori del parametro Vs30 calcolato dal piano campagna e considerando il piano di fondazione delle opere da eseguire ad una profondità di 1 metro, 1.5 metri e 2 metri.

La profondità di penetrazione dell'indagine MASW è determinata dalla relazione tra velocità e frequenze rappresentate nella curva di dispersione. Strati più profondi influenzano, infatti, frequenze inferiori (lunghezze d'onda maggiori) e di conseguenza sarà la frequenza più bassa a determinare la massima profondità di penetrazione (da cui l'importanza di generare un

segnale con una sufficiente quantità di energia anche alle frequenze più basse). Questo valore è determinato attraverso l'approssimazione  $\lambda/2.5$  ed è, quindi, chiaramente solo indicativo. Infatti, è bene precisare che, a causa della variazione dei parametri fisico - meccanici (porosità, contenuto d'acqua, grado di fratturazione, ecc.), non sempre gli spessori sismostratigrafici coincidono con gli spessori litologici.

Palermo, 07.08.2012

Il Geologo

---

dott. Patrizia Capizzi  
(sez. A 3053)



ALLEGATI

---



Fase di acquisizione del sondaggio M01.



Fase di acquisizione del sondaggio M02.

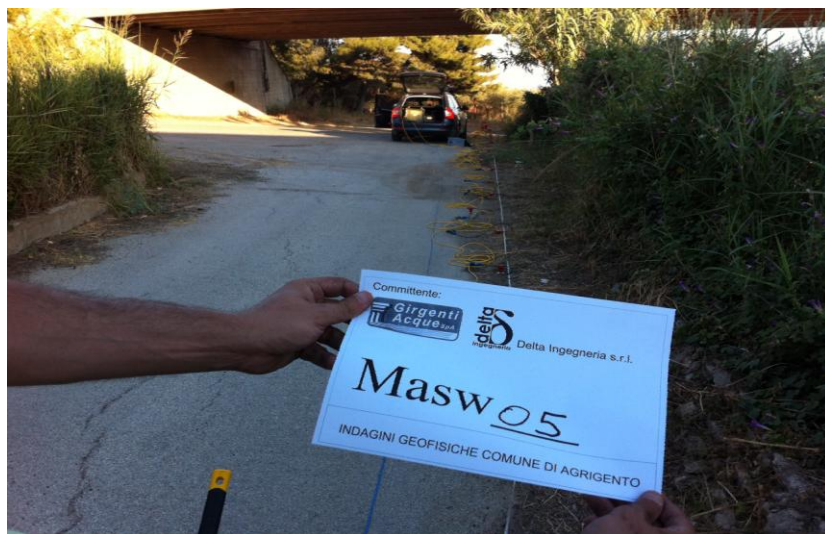


Fase di acquisizione del sondaggio M03.



Fase di acquisizione del sondaggio M04.





Fase di acquisizione del sondaggio M05.



Fase di acquisizione del sondaggio M06.



Fase di acquisizione del sondaggio M07.



Fase di acquisizione del sondaggio M08.





Fase di acquisizione del sondaggio M09.



Fase di acquisizione del sondaggio M10.



Fase di acquisizione del sondaggio M11.

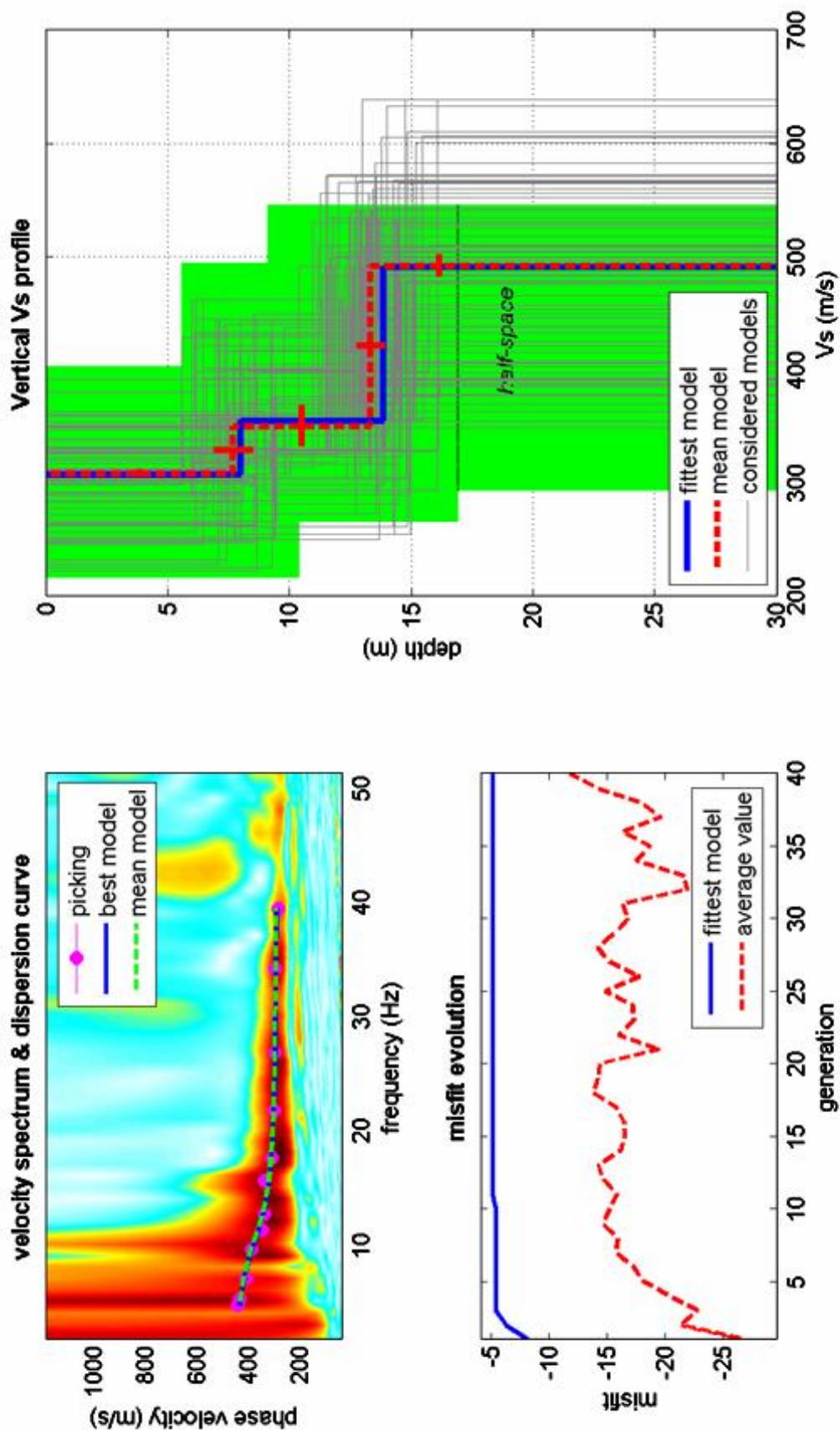


Fase di acquisizione del sondaggio M12.

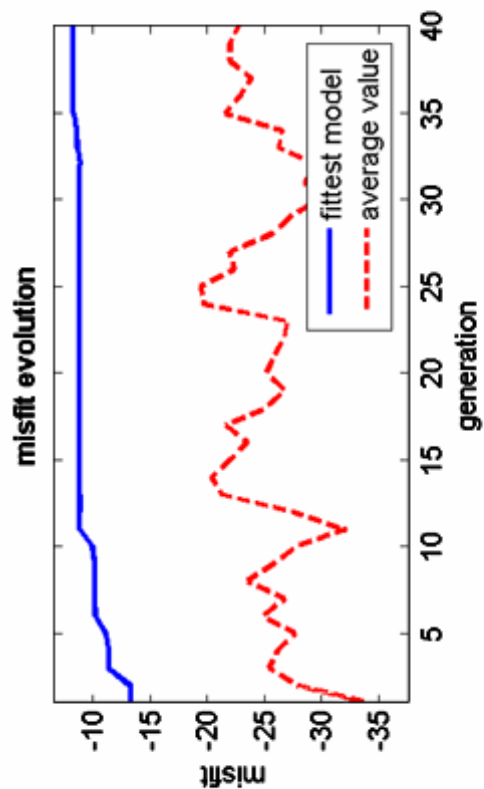
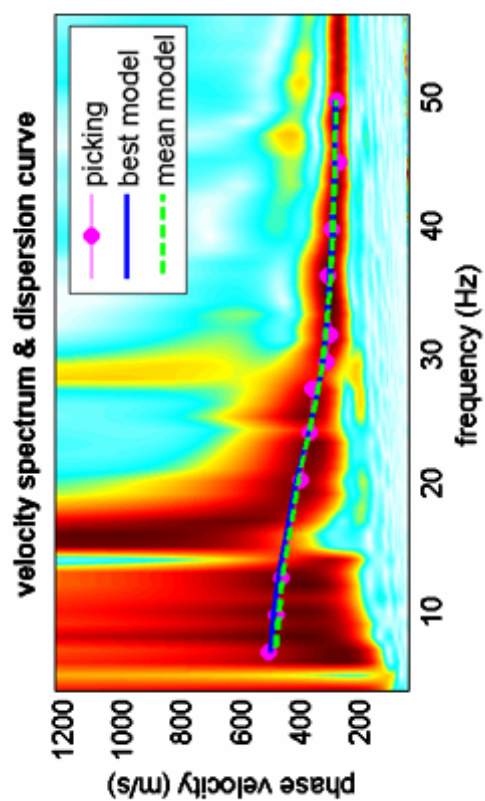
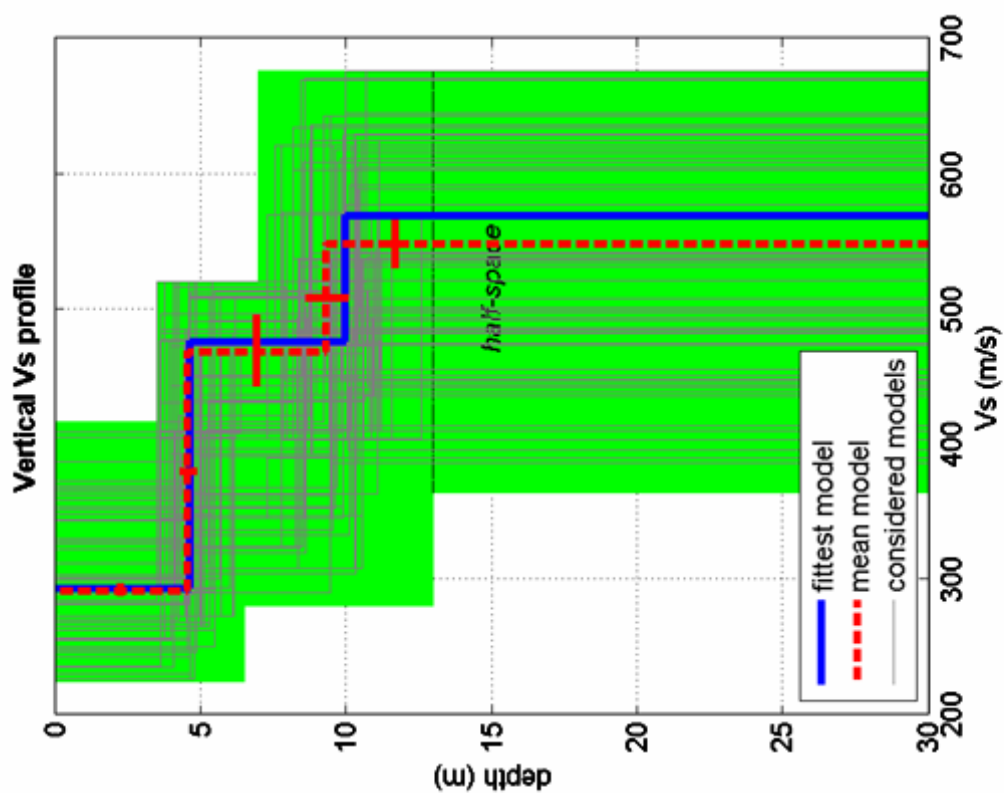


Fase di acquisizione del sondaggio M13.

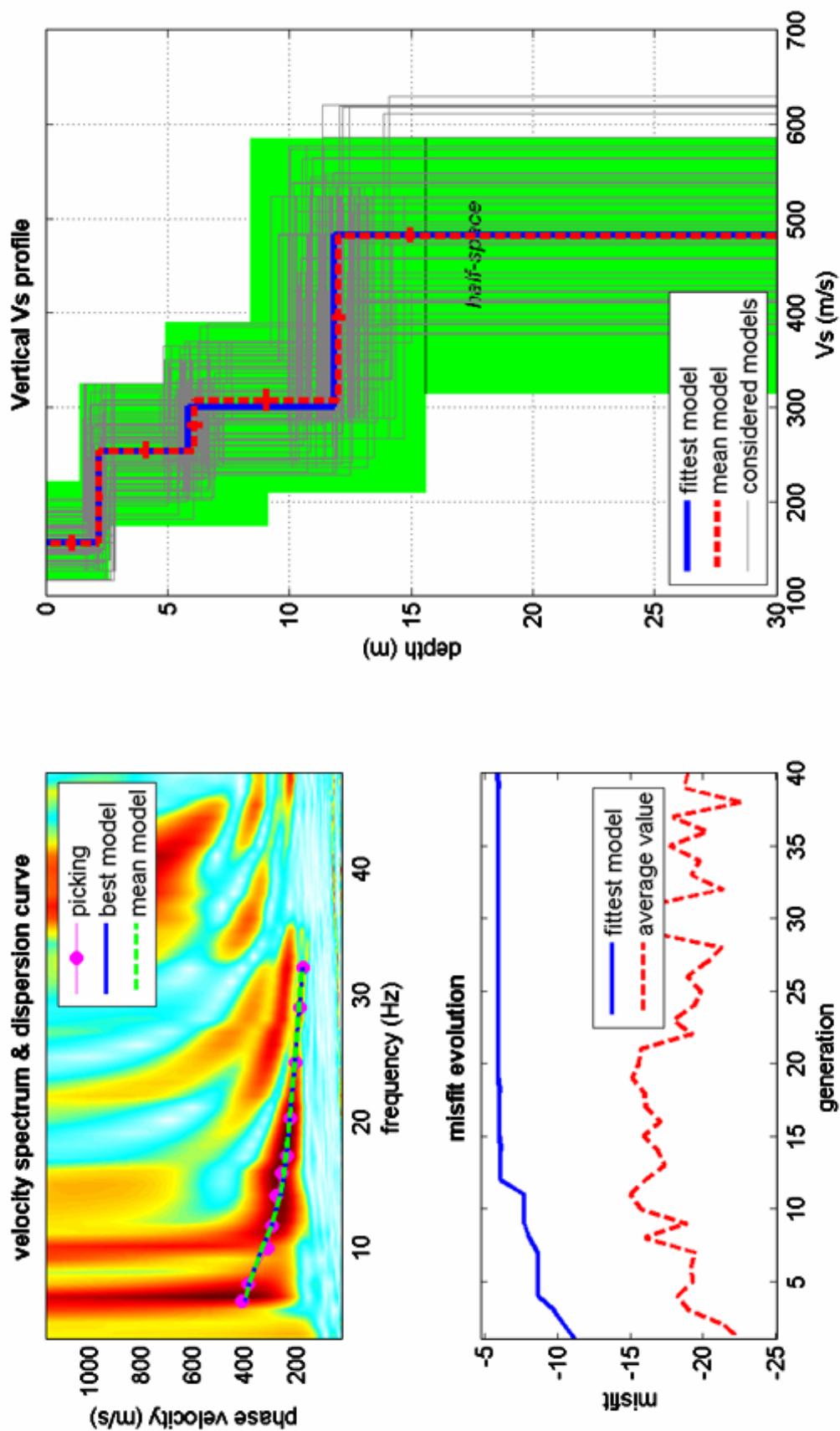




Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M01

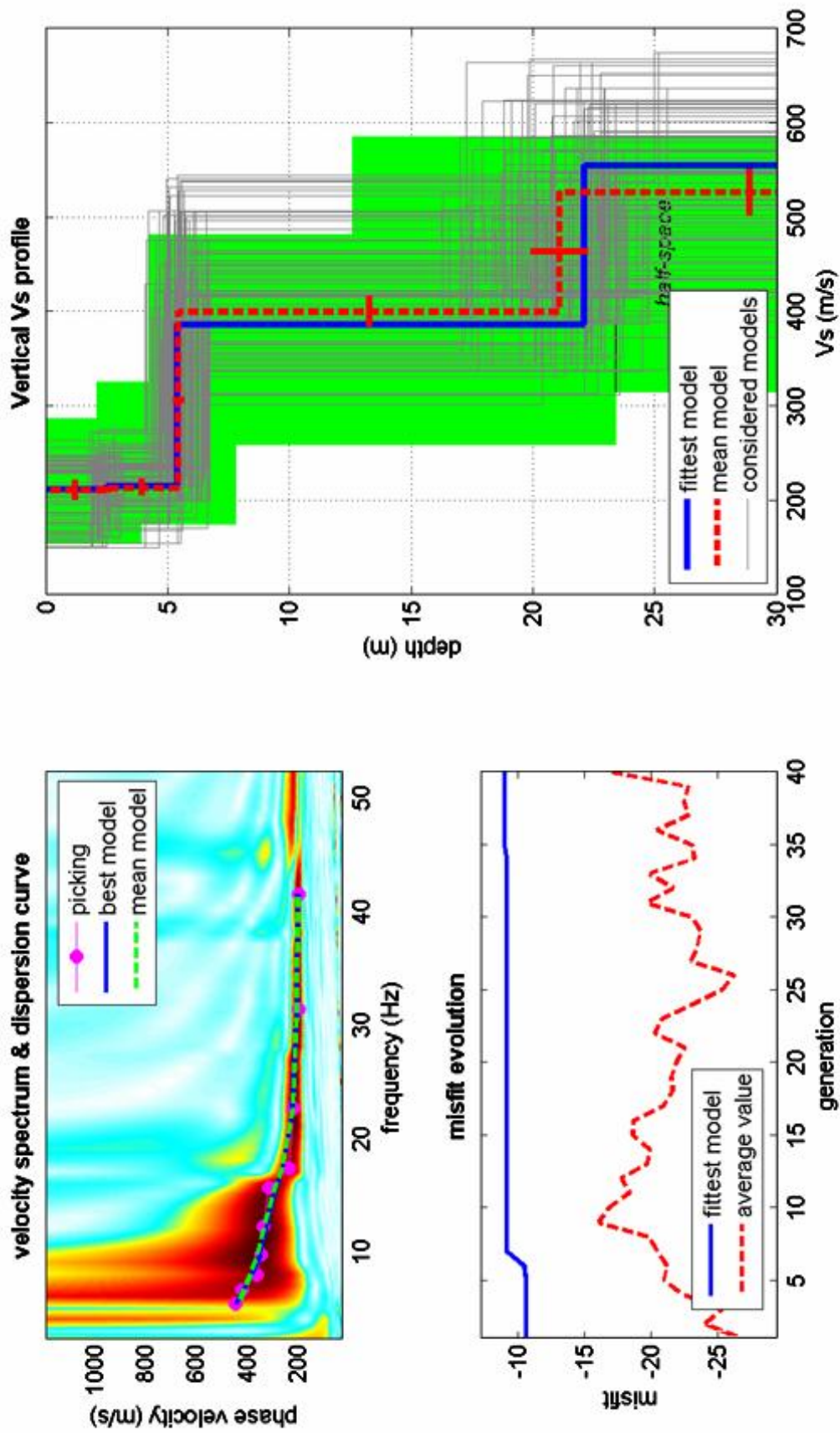


Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M02

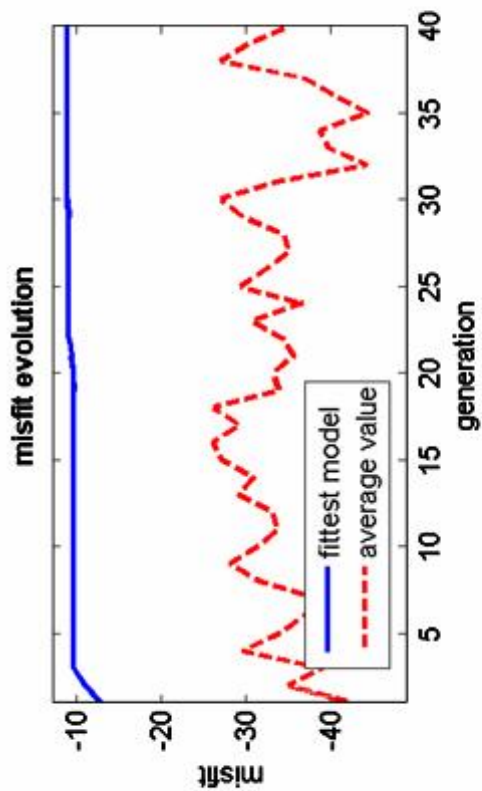
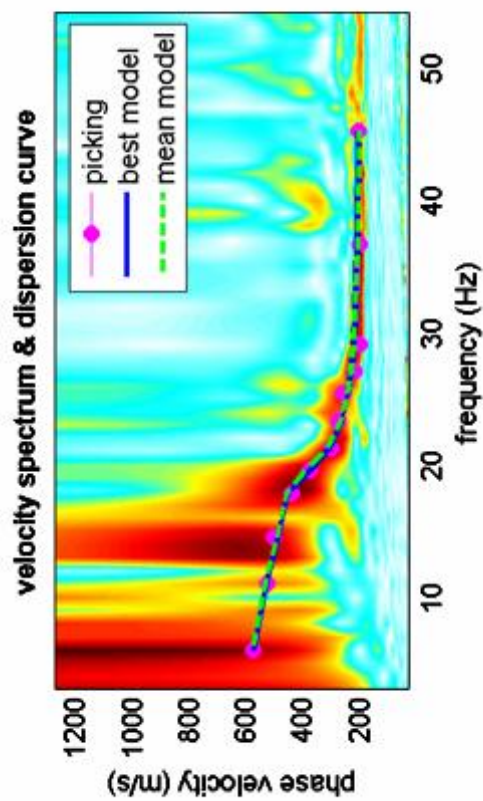
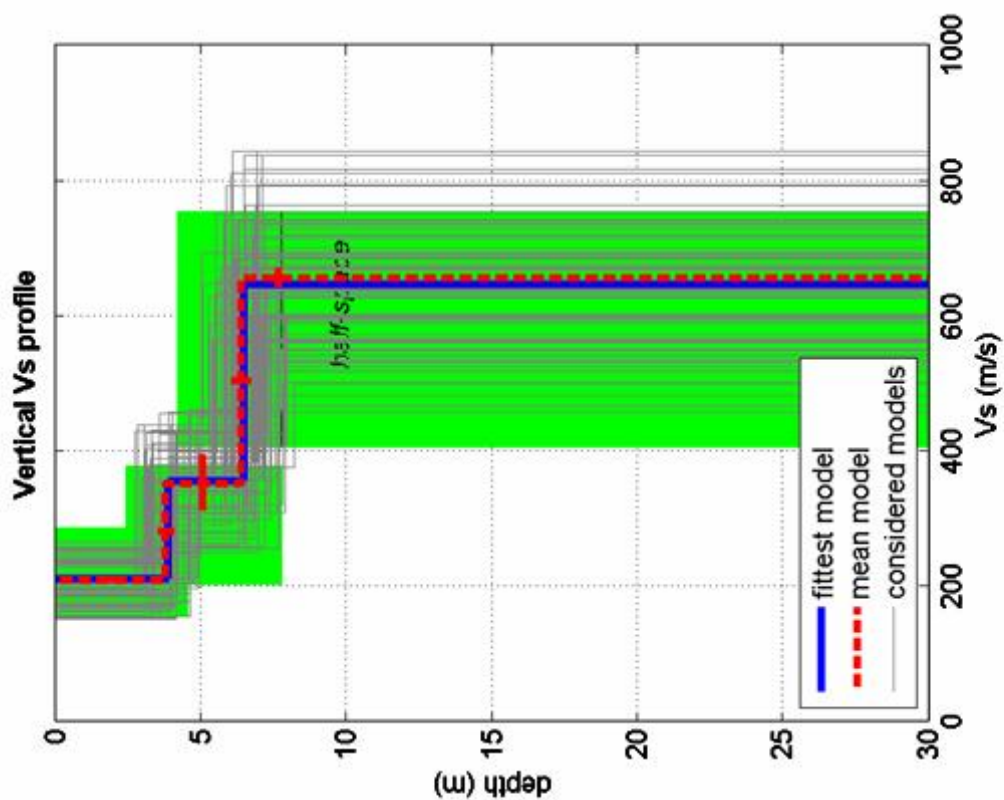


Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M03

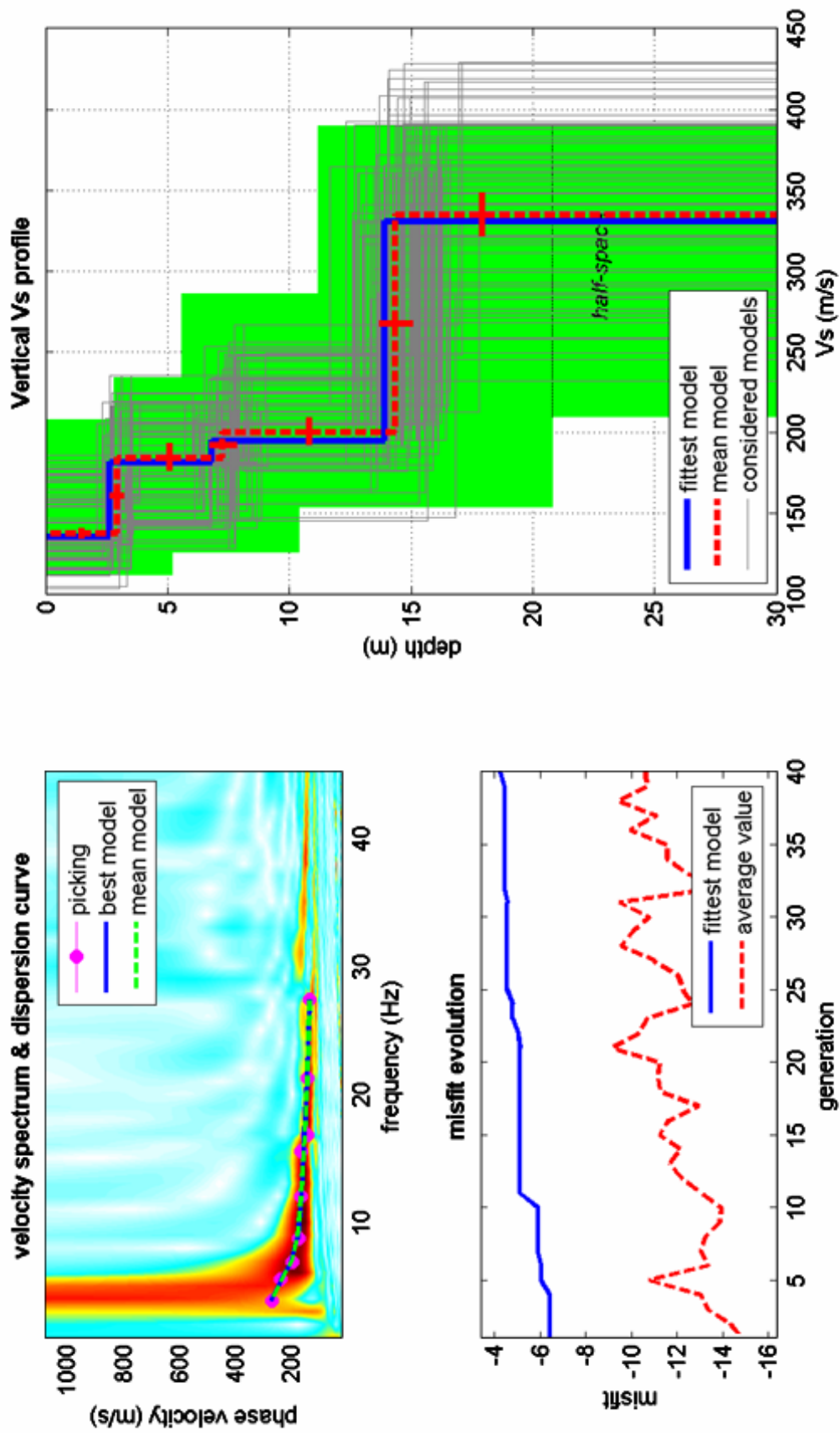




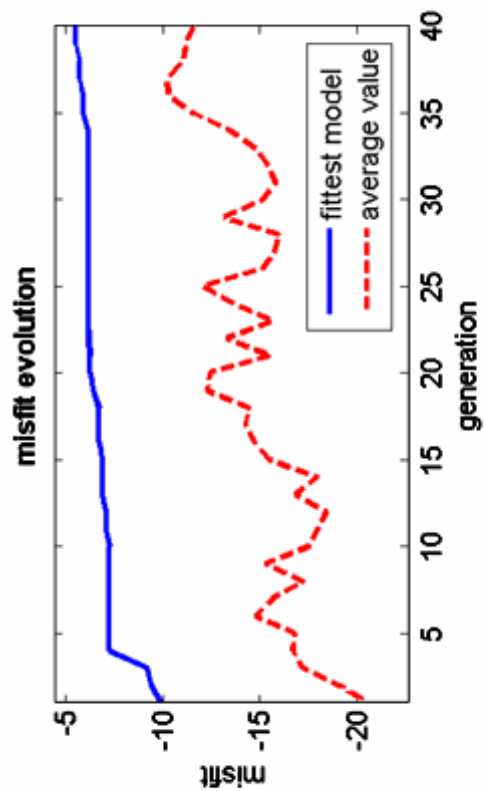
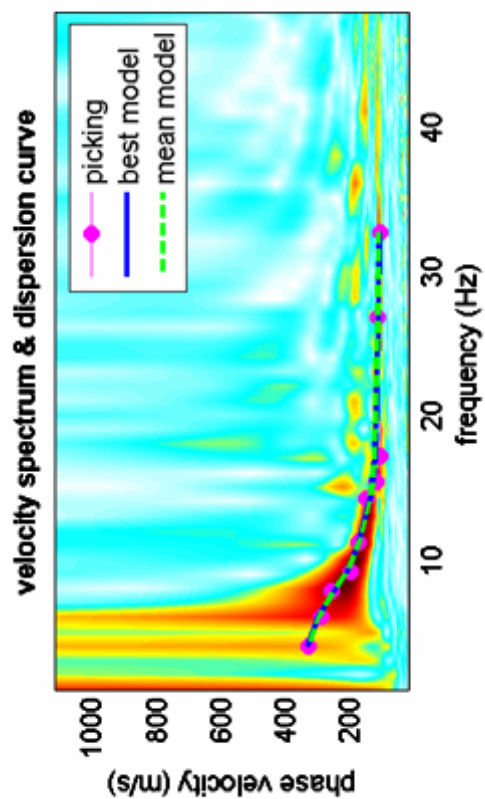
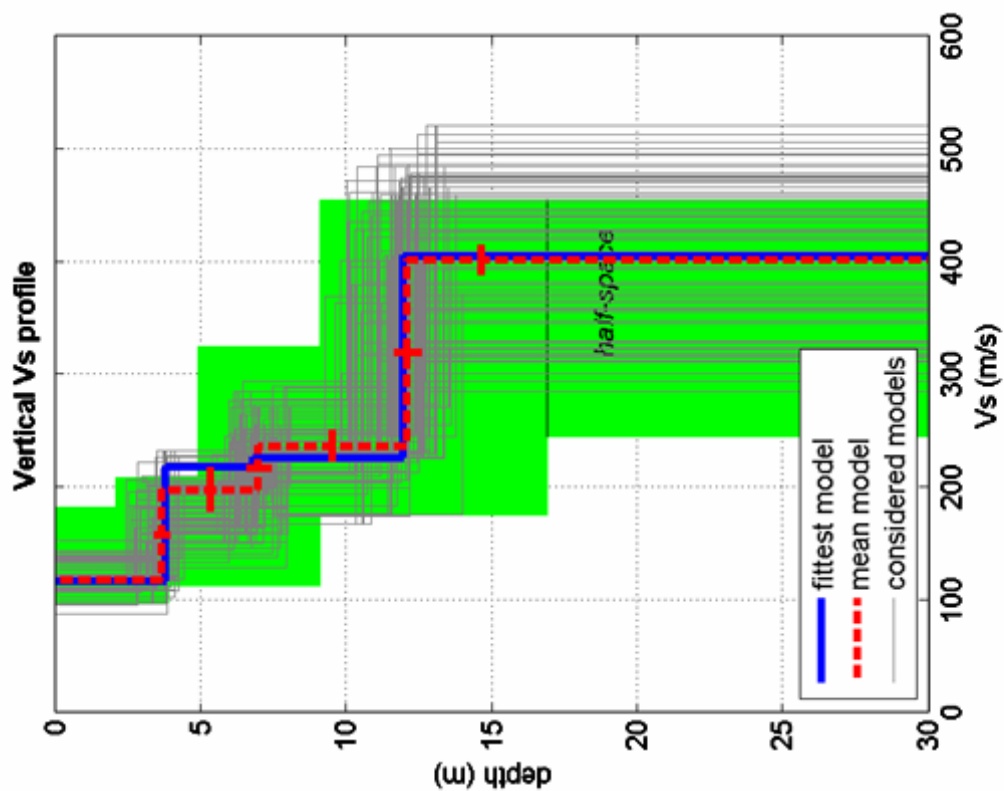
Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M04



Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M05

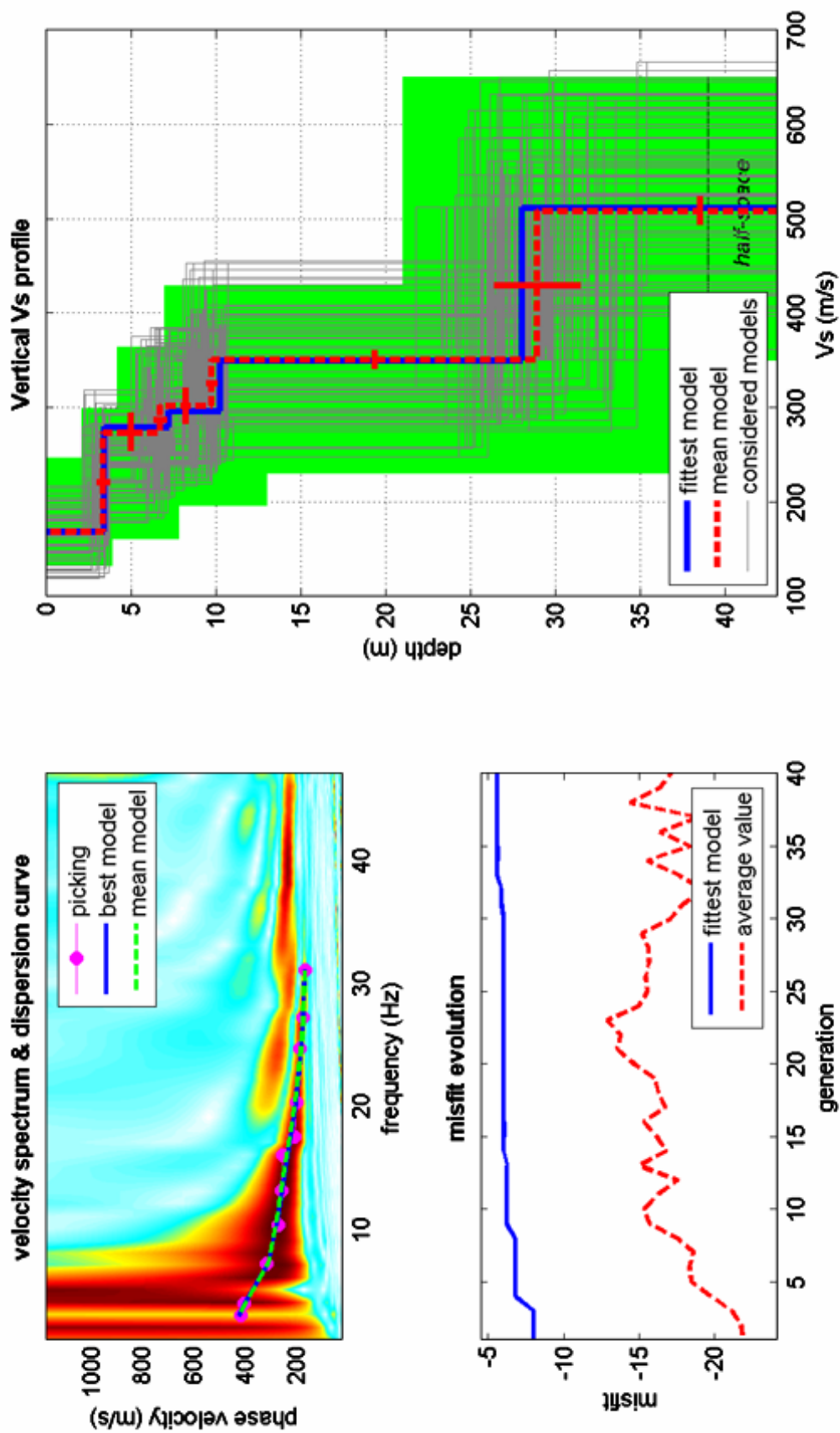


Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M06

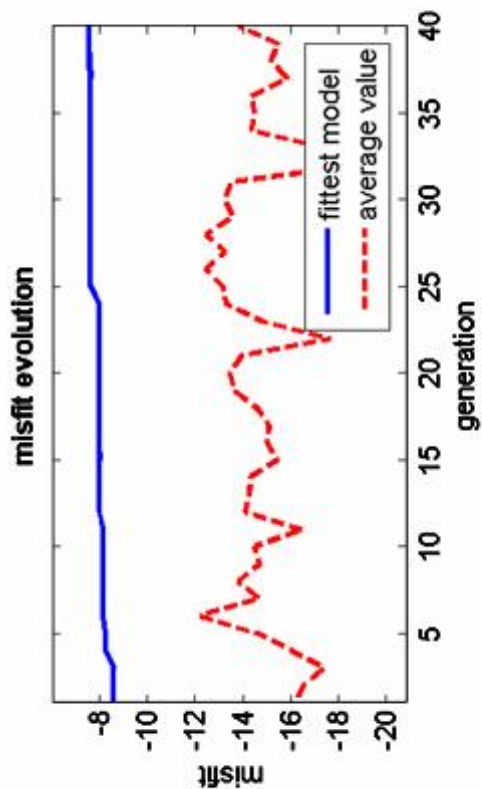
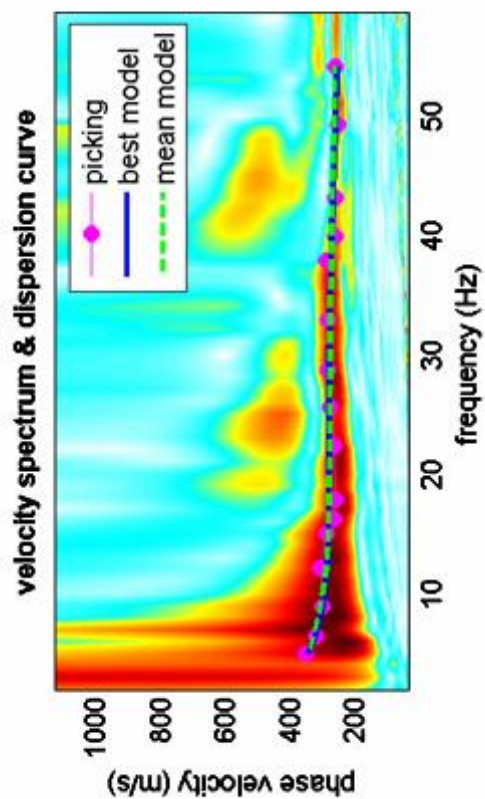
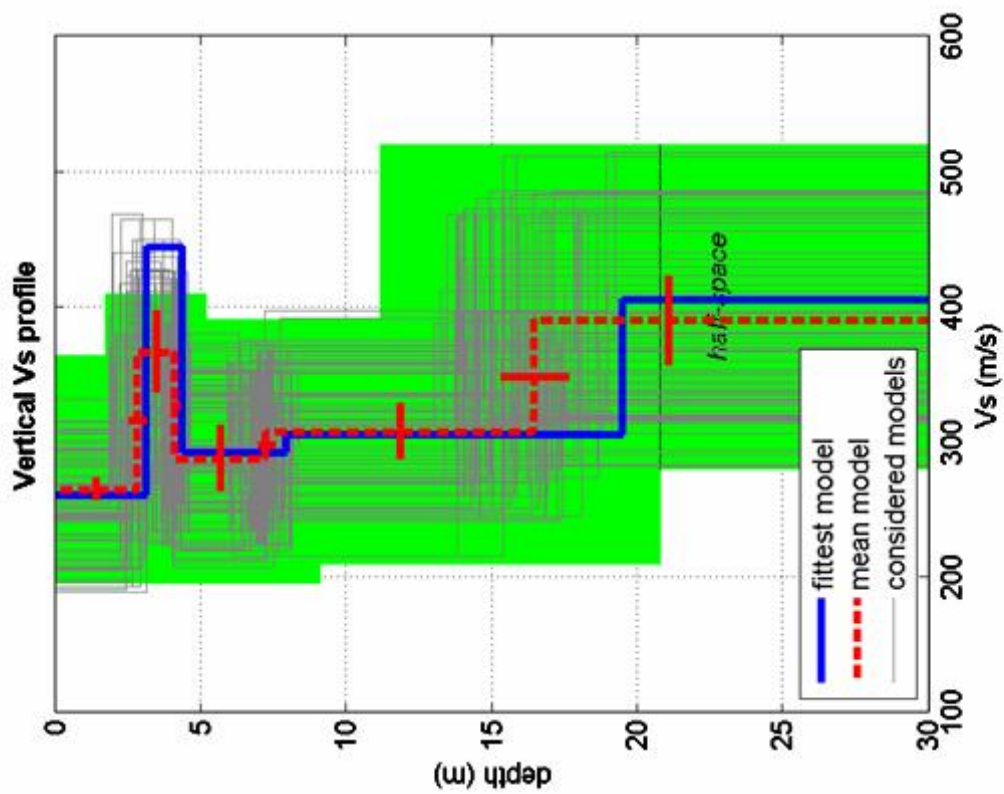


Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M07

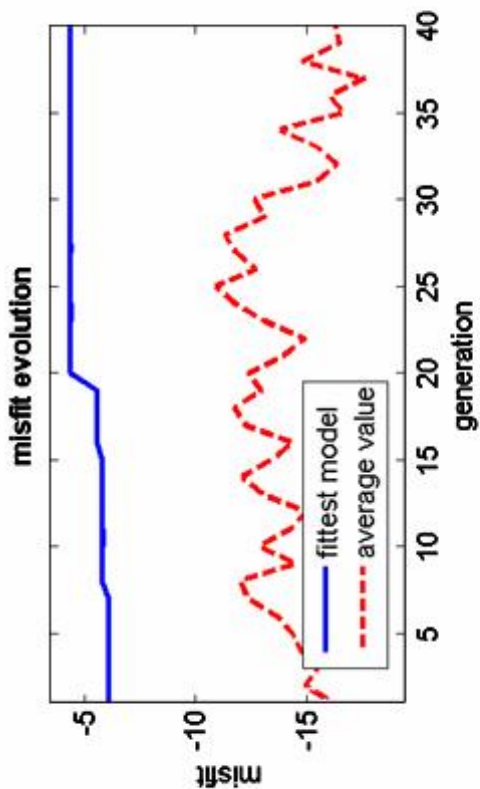
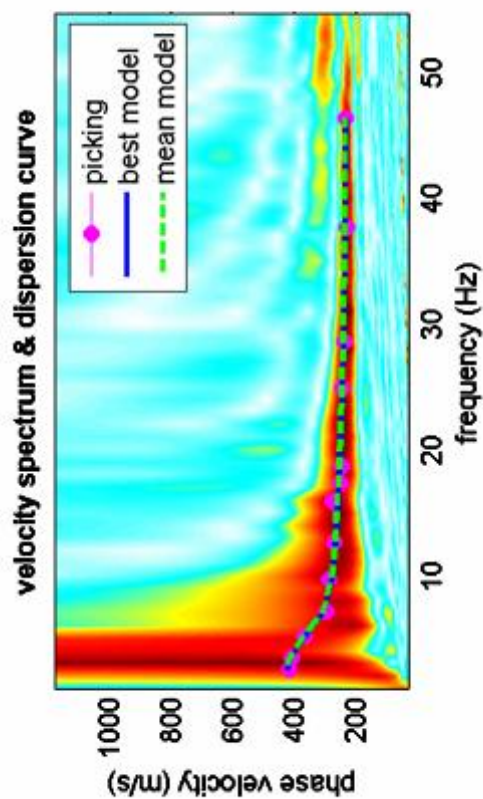
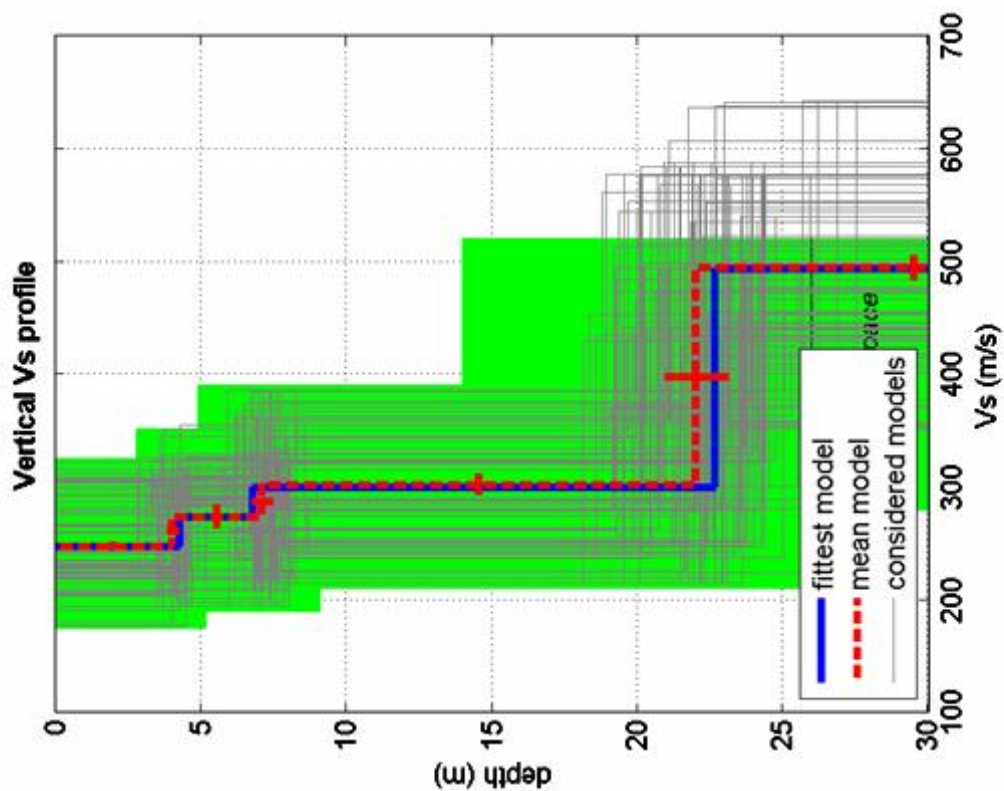




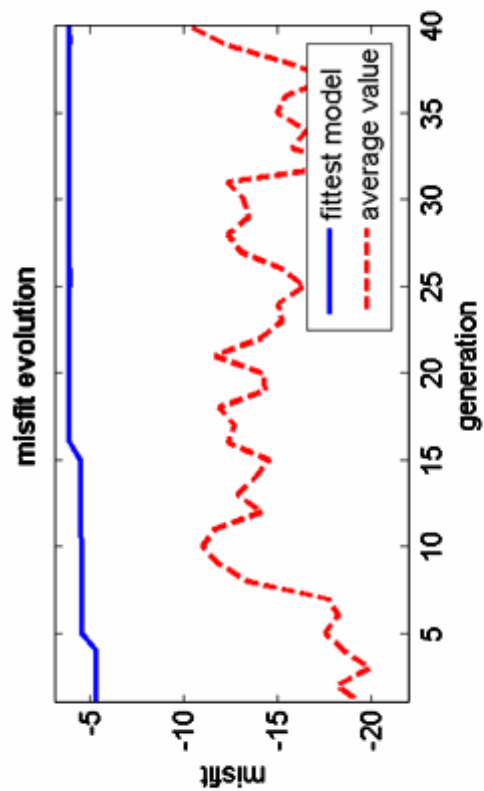
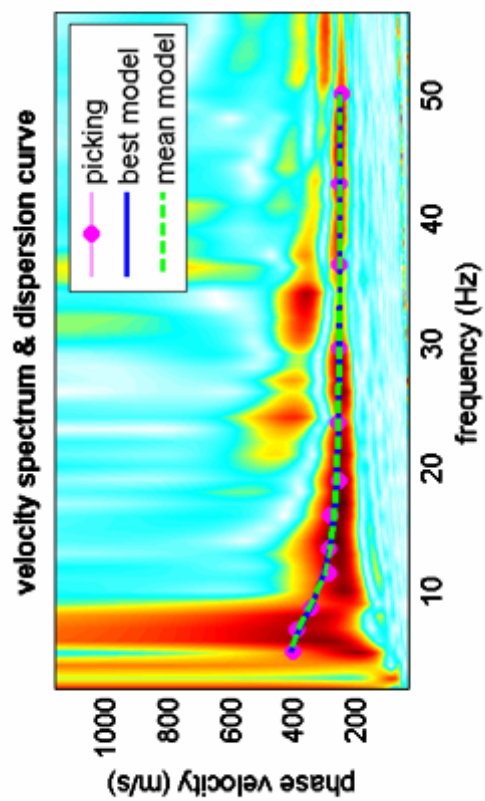
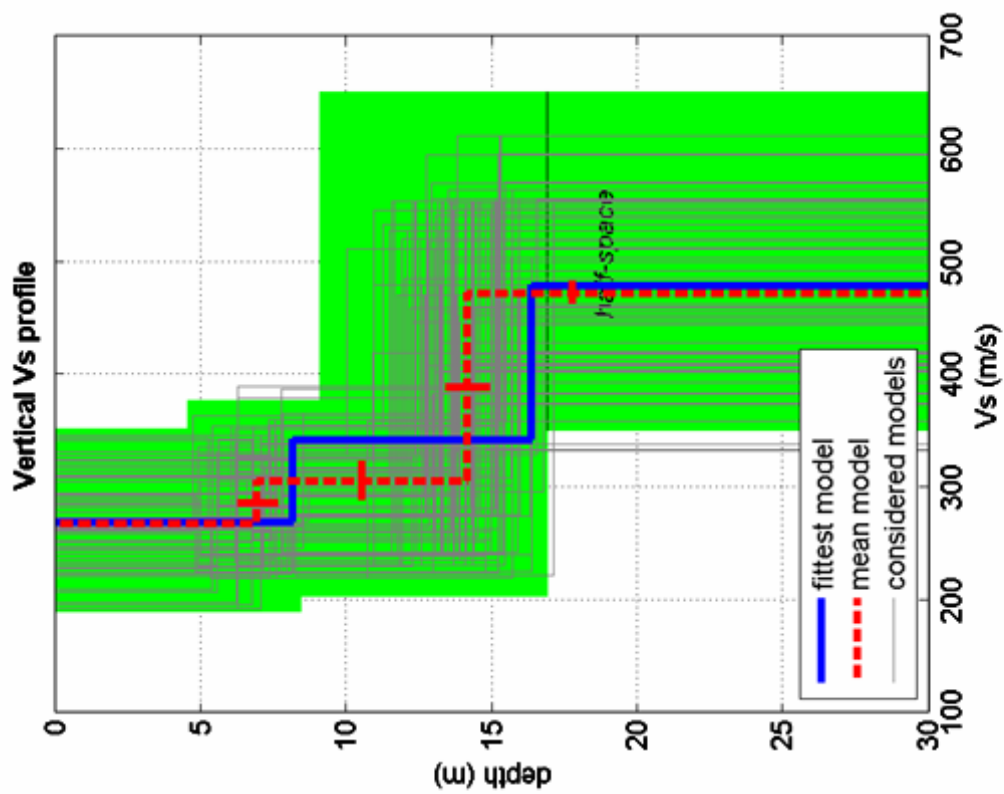
Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M08



Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M09

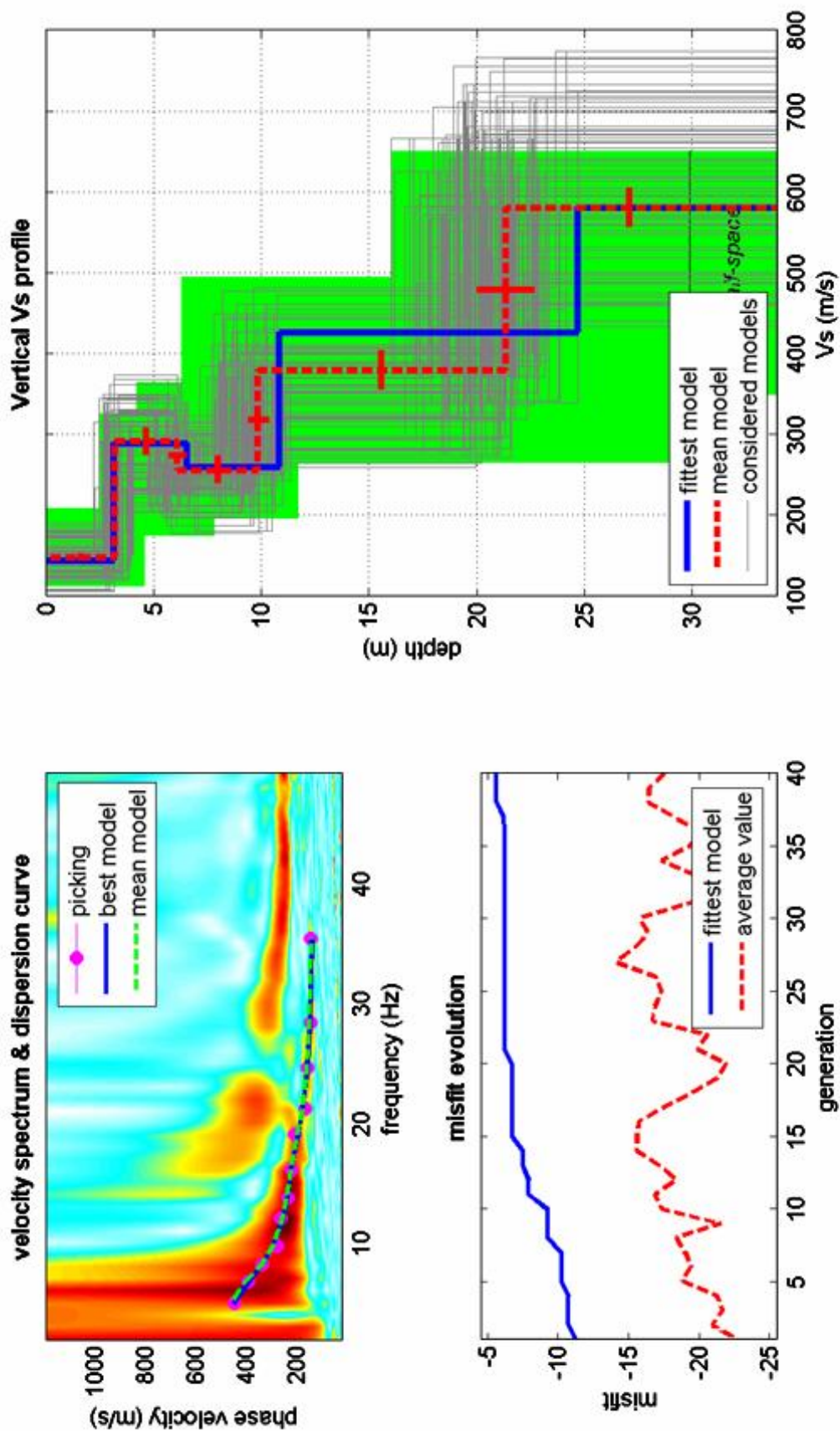


Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M10

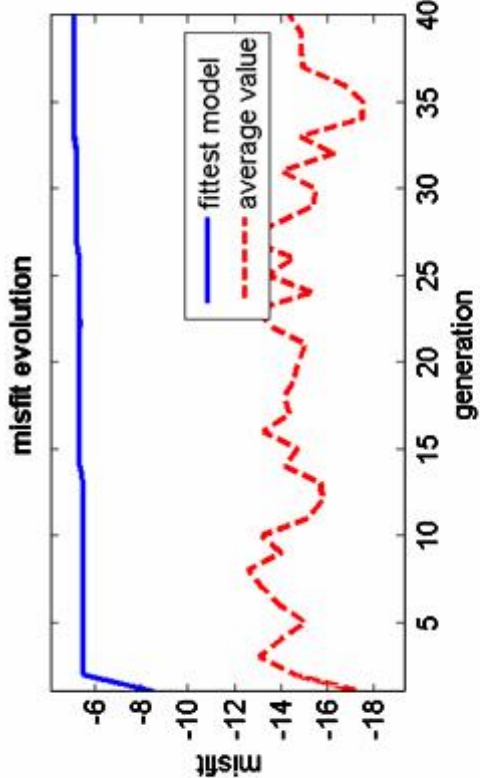
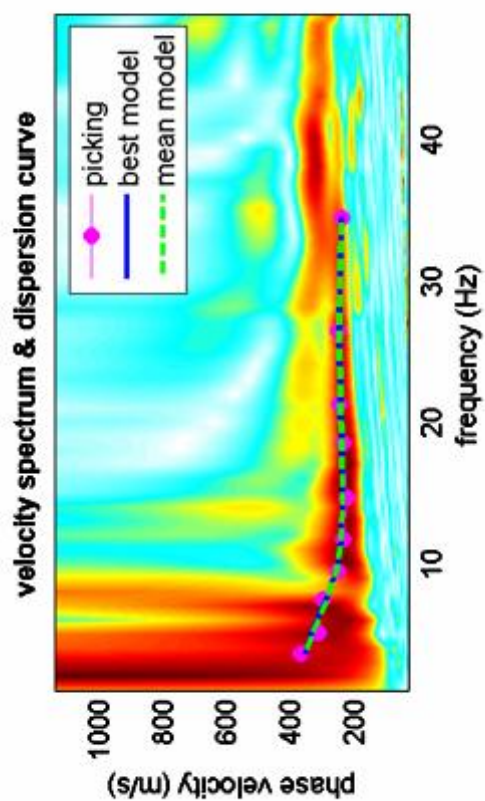
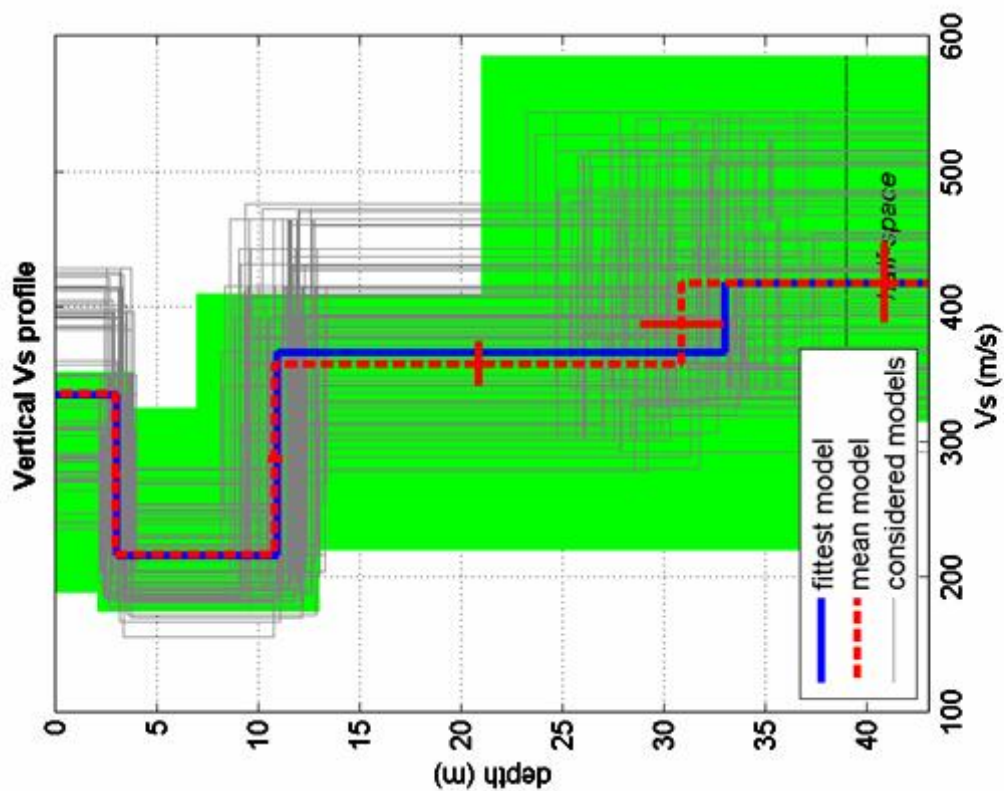


Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M11





Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M12



Curva di dispersione e modello interpretativo relativo al sondaggio M13

**COMUNE DI AGRIGENTO**  
*Provincia di Agrigento*

**OGGETTO:** lavori servizio idrico Girgenti Acque

**LAVORO:** indagini geognostiche eseguite a supporto dello studio geologico

**ELABORATI:**

- Relazione riepilogativa
- Tabelle valori di resistenza
- Diagrammi Numero di colpi punta – Rpd
- Diagrammi resistenza dinamica alla punta
- Elaborazione statistica
- Scheda penetrometri italiani
- Scheda esame risultati sperimentali
- Scheda correlazione Nspt – parametri geotecnici
- Documentazione fotografica

**Committente e D.L. indagini:**  
Dott. Geol. Massimo Carlino



**Lo sperimentatore**  
Dott. Geol. Roberto Vinti



## **1. INTRODUZIONE**

Su indicazione del Dott. Geol. Massimo Carlino il sottoscritto Dott. Geol. Vinti Roberto, iscritto all'O.R.G.S. al n.2003, ha ricevuto incarico di eseguire una campagna di indagini geognostiche/geotecniche in sito per i lavori del servizio idrico di Girgenti Acque, sparse all'interno del territorio del Comune di Agrigento. In particolare sono state eseguite n.10 prove penetrometriche dinamiche continue, denominate in maniera susseguente da DIN1 a DIN10, spinte a profondità variabili a seconda del tipo di terreno attraversato e regolate in base alle necessità progettuali. La D.L. è stata eseguita dal Dott. Geol. Massimo Carlino.

Verranno descritti nei paragrafi seguenti i metodi di esecuzione della prova e di elaborazione statistica; in allegato verranno riportate infine le schede tecniche strumentali e di correlazione nonché tutte gli elaborati descritti in copertina e la documentazione fotografica.

## **2. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**

### **2.1 Premessa**

Per il progetto di cui all'oggetto della presente sono state eseguite n.10 prove penetrometriche dinamiche continue denominate in maniera susseguente da DIN1 a DIN10 e spinte alle profondità di seguito indicate:

DIN1=7.80m

DIN2=7.80m

DIN3=7.80m

DIN4=5.60m

DIN5=5.80m

DIN6=1.60m

DIN7=3.80m

DIN8=7.80m

DIN9=3.80m

DIN10=4.20m

## **2.2 Metodo di prova**

Il sondaggio penetrometrico dinamico consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione. Il dato ottenuto dalla prova è il numero dei colpi per l'infissione di 10 cm della punta (N10); essa viene fatta in maniera continua fino alla profondità desiderata o fino al raggiungimento del fondo scala quando si superano i 60 colpi per 10 cm. Il penetrometro utilizzato per il lavoro in oggetto è prodotto dalla "Deep Drill" ed è denominato "Penetrometro Dinamico Leggero Italiano" DL30.

Secondo la classificazione ISSMFE esso rientra tra i penetrometri di tipo "Medium DPM" avendo una massa battente di 30kg (compresa tra 10kg e 40kg).

La tabella completa delle caratteristiche tecniche dello strumento verrà riportata in calce alla relazione.

## **2.3 Elaborazione prove penetrometriche**

L'elaborazione delle prove è stata condotta utilizzando un appropriato software per l'interpretazione dei dati penetrometrici (WINDIN), esso, attraverso un'elaborazione statistica, risale al numero dei colpi equivalenti di una prova SPT ( $N_{spt}$ ) dal numero dei colpi del penetrometro DL30 (N10); fase necessaria poiché tutti gli studi sulla caratterizzazione geotecnica dei terreni in situ sono stati compiuti attraverso le prove SPT.

Per ricavare il numero di colpi della prova SPT correlato bisogna moltiplicare, per ogni strato individuato, il Valore Caratteristico Aggiunto (VCA), nel nostro caso ricavato dal valore medio "M", per il coefficiente di correlazione teorico ( $\beta_t$ ) che è pari a 0,77; il VCA viene scelto in base alle caratteristiche degli strati. Dal numero di colpi  $N_{spt}$  così ricavato,

il programma ha automaticamente estrapolato i valori dei parametri geotecnici attribuibili ai terreni, in conformità a delle tabelle di correlazione sperimentali costruite da diversi autori, riportate in allegato (per maggiori informazioni si rimanda a testi specialistici egl AA. Terzaghi & Peck 1948-1967, Peck – Hanson – Thorburn 1953-1974, D'Apollonia e Altri 1970).


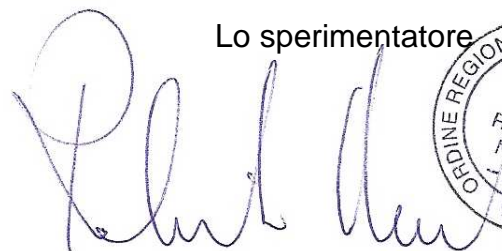
## 2.4 Risultati

Le risultanze delle prove penetrometriche consistono nella stesura di una colonna stratigrafica, derivante dall'accorpamento dei terreni omogenei, cioè aventi pari numero di colpi o conforme e quindi medesime caratteristiche meccaniche di resistenza all'avanzamento della punta; a questi si associano le litologie ed i relativi parametri geotecnici.

In calce alla relazione verranno prodotti gli elaborati derivanti dall'interpretazione della prova penetrometrica consistenti in:

- una scheda con le caratteristiche del penetrometro utilizzato;
- le tabelle con il numero di colpi (dati di campagna) e il valore di resistenza alla punta corrispondente;
- dei grafici esemplificativi dei dati
- l'elaborazione statistica dei dati con la caratterizzazione geotecnica dei terreni attraversati.

Lo sperimentatore





## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DM-30 (60°)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

### CARATTERISTICHE TECNICHE : DM-30 (60°)

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 13,60 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 6,00 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t$ N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE)

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

#### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  $\approx$  0,1 MPa  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 1

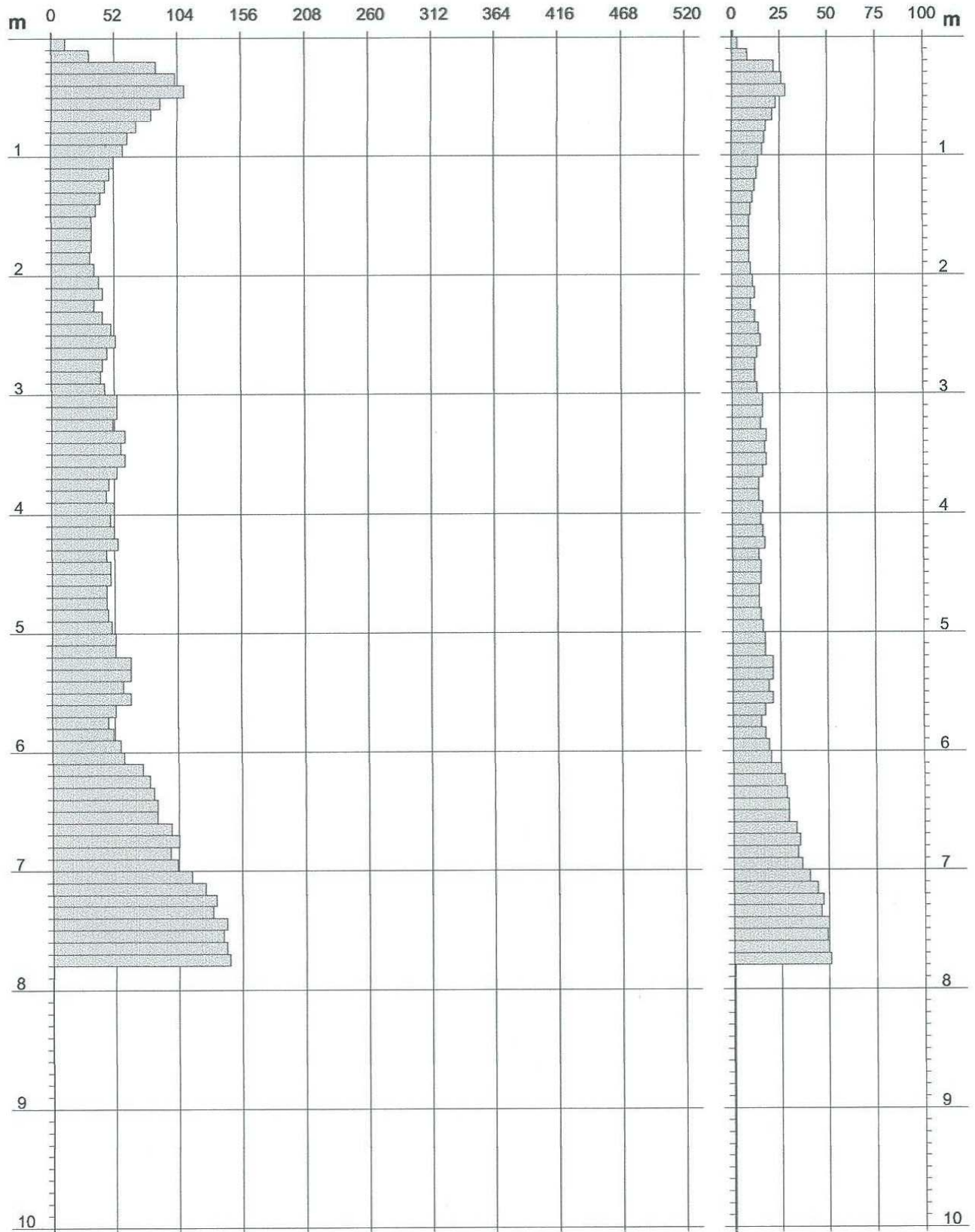
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(10) n°colpi  $\delta = 10$**





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,00	N	18,2	3	28	10,6	7,8	10,4	26,0	18	0,77	14
			Rpd	70,6	12	110	41,2	30,6	40,0	101,2			
2	1,00	6,10	N	14,6	9	21	11,8	3,2	11,4	17,8	15	0,77	11
			Rpd	48,5	32	65	40,2	8,5	40,0	57,0			
3	6,10	7,80	N	38,4	25	51	31,7	9,2	29,2	47,7	38	0,77	29
			Rpd	111,5	75	146	93,0	25,1	86,3	136,6			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00	terreno agrario	14	---	---	---	---	---	0.88	1.95	30	0.795
2	1.00	6.10	argilla alterata	11	---	---	---	---	---	0.69	1.91	32	0.867
3	6.10	7.80	argilla grigia integra	29	---	---	---	---	---	1.81	2.13	19	0.506

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	2	7,8	1	3,90 - 4,00	12	38,8	5
0,10 - 0,20	3	11,7	1	4,00 - 4,10	13	42,1	5
0,20 - 0,30	3	11,7	1	4,10 - 4,20	15	48,6	5
0,30 - 0,40	4	15,7	1	4,20 - 4,30	16	51,8	5
0,40 - 0,50	4	15,7	1	4,30 - 4,40	18	58,3	5
0,50 - 0,60	5	19,6	1	4,40 - 4,50	18	58,3	5
0,60 - 0,70	4	15,7	1	4,50 - 4,60	18	58,3	5
0,70 - 0,80	5	19,6	1	4,60 - 4,70	20	64,7	5
0,80 - 0,90	5	18,6	2	4,70 - 4,80	21	68,0	5
0,90 - 1,00	6	22,3	2	4,80 - 4,90	21	65,2	6
1,00 - 1,10	6	22,3	2	4,90 - 5,00	25	77,6	6
1,10 - 1,20	5	18,6	2	5,00 - 5,10	29	90,0	6
1,20 - 1,30	3	11,2	2	5,10 - 5,20	28	86,9	6
1,30 - 1,40	2	7,4	2	5,20 - 5,30	25	77,6	6
1,40 - 1,50	3	11,2	2	5,30 - 5,40	26	80,7	6
1,50 - 1,60	6	22,3	2	5,40 - 5,50	26	80,7	6
1,60 - 1,70	10	37,2	2	5,50 - 5,60	25	77,6	6
1,70 - 1,80	12	44,6	2	5,60 - 5,70	28	86,9	6
1,80 - 1,90	15	53,1	3	5,70 - 5,80	29	90,0	6
1,90 - 2,00	10	35,4	3	5,80 - 5,90	30	89,4	7
2,00 - 2,10	9	31,9	3	5,90 - 6,00	33	98,3	7
2,10 - 2,20	9	31,9	3	6,00 - 6,10	32	95,4	7
2,20 - 2,30	10	35,4	3	6,10 - 6,20	33	98,3	7
2,30 - 2,40	15	53,1	3	6,20 - 6,30	30	89,4	7
2,40 - 2,50	16	56,7	3	6,30 - 6,40	35	104,3	7
2,50 - 2,60	18	63,8	3	6,40 - 6,50	36	107,3	7
2,60 - 2,70	16	56,7	3	6,50 - 6,60	36	107,3	7
2,70 - 2,80	16	56,7	3	6,60 - 6,70	39	116,2	7
2,80 - 2,90	18	60,9	4	6,70 - 6,80	40	119,2	7
2,90 - 3,00	15	50,8	4	6,80 - 6,90	40	114,6	8
3,00 - 3,10	15	50,8	4	6,90 - 7,00	41	117,5	8
3,10 - 3,20	12	40,6	4	7,00 - 7,10	42	120,4	8
3,20 - 3,30	10	33,8	4	7,10 - 7,20	45	129,0	8
3,30 - 3,40	8	27,1	4	7,20 - 7,30	43	123,2	8
3,40 - 3,50	8	27,1	4	7,30 - 7,40	46	131,8	8
3,50 - 3,60	9	30,5	4	7,40 - 7,50	45	129,0	8
3,60 - 3,70	8	27,1	4	7,50 - 7,60	48	137,6	8
3,70 - 3,80	9	30,5	4	7,60 - 7,70	46	131,8	8
3,80 - 3,90	10	32,4	5	7,70 - 7,80	46	131,8	8



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

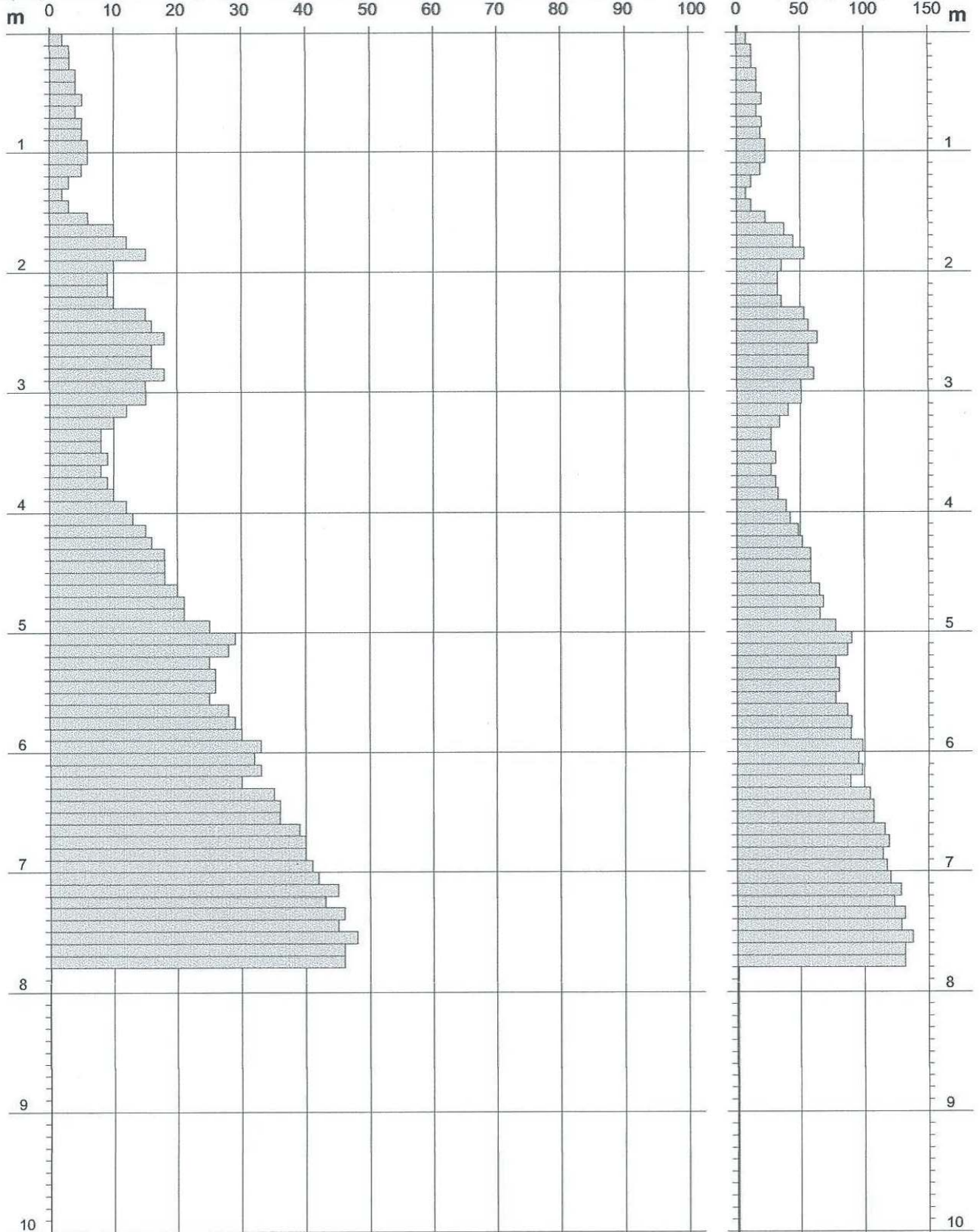
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 2**

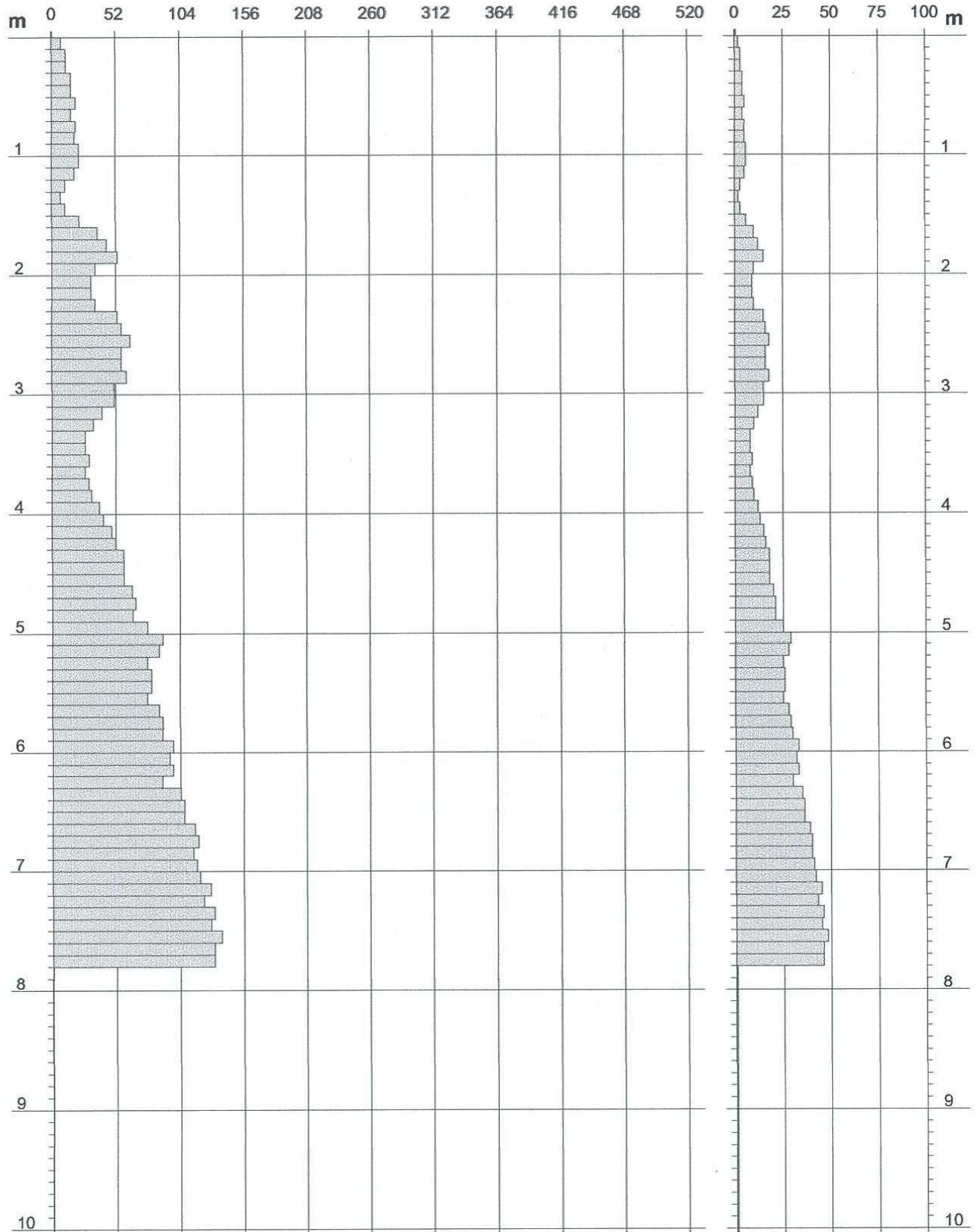
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(10) n° colpi  $\delta = 10$**





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,10	N	4,3	2	6	3,1	1,3	3,0	5,5	4	0,77	3
			Rpd	16,4	8	22	12,1	4,6	11,8	21,0			
2	1,10	4,90	N	12,3	2	21	7,2	5,1	7,2	17,4	12	0,77	9
			Rpd	41,9	7	68	24,7	16,4	25,5	58,4			
3	4,90	7,80	N	35,4	25	48	30,2	7,7	27,8	43,1	35	0,77	27
			Rpd	104,8	78	138	91,2	19,6	85,2	124,4			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.10	terreno agrario	3	---	---	---	---	---	0.19	1.78	44	1.194
2	1.10	4.90	argilla alterata	9	---	---	---	---	---	0.56	1.89	34	0.918
3	4.90	7.80	argilla grigia integra	27	---	---	---	---	---	1.69	2.10	20	0.539

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 3**

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	9	35,2	1	3,90 - 4,00	3	9,7	5
0,10 - 0,20	22	86,1	1	4,00 - 4,10	2	6,5	5
0,20 - 0,30	56	219,1	1	4,10 - 4,20	3	9,7	5
0,30 - 0,40	45	176,1	1	4,20 - 4,30	7	22,7	5
0,40 - 0,50	35	137,0	1	4,30 - 4,40	11	35,6	5
0,50 - 0,60	33	129,1	1	4,40 - 4,50	14	45,3	5
0,60 - 0,70	32	125,2	1	4,50 - 4,60	17	55,0	5
0,70 - 0,80	25	97,8	1	4,60 - 4,70	18	58,3	5
0,80 - 0,90	10	37,2	2	4,70 - 4,80	20	64,7	5
0,90 - 1,00	12	44,6	2	4,80 - 4,90	24	74,5	6
1,00 - 1,10	9	33,5	2	4,90 - 5,00	25	77,6	6
1,10 - 1,20	8	29,8	2	5,00 - 5,10	25	77,6	6
1,20 - 1,30	6	22,3	2	5,10 - 5,20	24	74,5	6
1,30 - 1,40	5	18,6	2	5,20 - 5,30	27	83,8	6
1,40 - 1,50	8	29,8	2	5,30 - 5,40	26	80,7	6
1,50 - 1,60	7	26,0	2	5,40 - 5,50	28	86,9	6
1,60 - 1,70	7	26,0	2	5,50 - 5,60	30	93,1	6
1,70 - 1,80	6	22,3	2	5,60 - 5,70	30	93,1	6
1,80 - 1,90	8	28,3	3	5,70 - 5,80	29	90,0	6
1,90 - 2,00	10	35,4	3	5,80 - 5,90	30	89,4	7
2,00 - 2,10	10	35,4	3	5,90 - 6,00	33	98,3	7
2,10 - 2,20	8	28,3	3	6,00 - 6,10	35	104,3	7
2,20 - 2,30	7	24,8	3	6,10 - 6,20	38	113,2	7
2,30 - 2,40	6	21,3	3	6,20 - 6,30	40	119,2	7
2,40 - 2,50	5	17,7	3	6,30 - 6,40	37	110,3	7
2,50 - 2,60	4	14,2	3	6,40 - 6,50	35	104,3	7
2,60 - 2,70	2	7,1	3	6,50 - 6,60	33	98,3	7
2,70 - 2,80	3	10,6	3	6,60 - 6,70	36	107,3	7
2,80 - 2,90	2	6,8	4	6,70 - 6,80	38	113,2	7
2,90 - 3,00	3	10,2	4	6,80 - 6,90	39	111,8	8
3,00 - 3,10	2	6,8	4	6,90 - 7,00	39	111,8	8
3,10 - 3,20	2	6,8	4	7,00 - 7,10	40	114,6	8
3,20 - 3,30	3	10,2	4	7,10 - 7,20	40	114,6	8
3,30 - 3,40	3	10,2	4	7,20 - 7,30	40	114,6	8
3,40 - 3,50	2	6,8	4	7,30 - 7,40	40	114,6	8
3,50 - 3,60	2	6,8	4	7,40 - 7,50	39	111,8	8
3,60 - 3,70	1	3,4	4	7,50 - 7,60	41	117,5	8
3,70 - 3,80	3	10,2	4	7,60 - 7,70	45	129,0	8
3,80 - 3,90	3	9,7	5	7,70 - 7,80	44	126,1	8



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 3

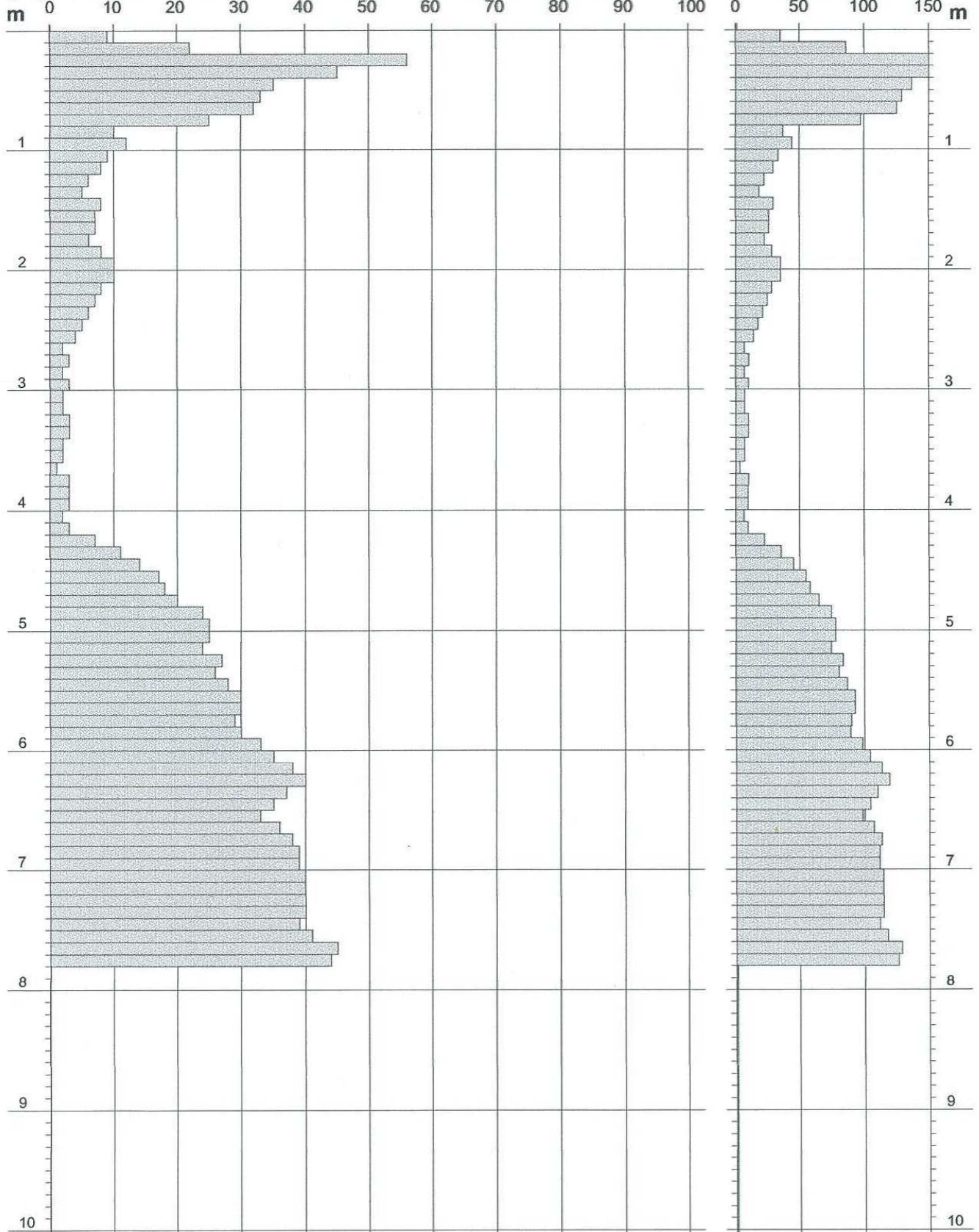
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 3

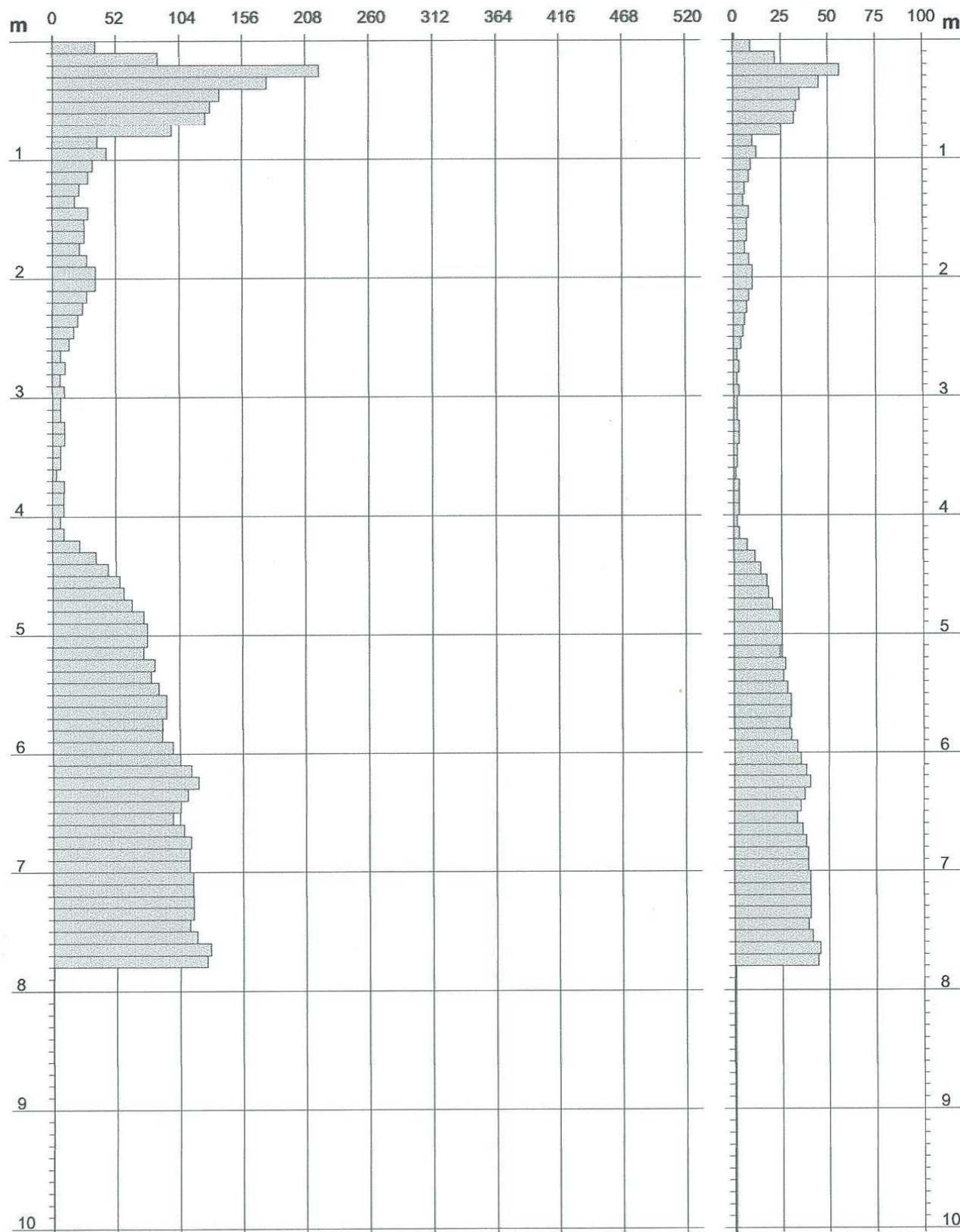
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(10) n° colpi δ = 10**





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\text{min})$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,90	N	29,7	9	56	19,3	15,3	14,4	44,9	30	0,77	23
			Rpd	115,9	35	219	75,5	60,1	55,8	176,0			
2	0,90	4,20	N	5,0	1	12	3,0	2,9	2,1	7,9	5	0,77	4
			Rpd	17,9	3	45	10,6	11,0	6,8	28,9			
3	4,20	5,20	N	18,5	7	25	12,8	6,3	12,2	24,8	18	0,77	14
			Rpd	58,6	23	78	40,6	19,1	39,5	77,6			
4	5,20	7,80	N	35,8	26	45	30,9	5,3	30,5	41,2	36	0,77	28
			Rpd	105,8	81	129	93,3	13,0	92,8	118,9			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.90	terreno di riporto	23	54.5	33.9	369	2.01	1.62	—	—	—	—
2	0.90	4.20	sabbia con limo	4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	—	—	—	—
3	4.20	5.20	argilla alterata	14	—	—	—	—	—	0.88	1.95	30	0.795
4	5.20	7.80	argilla grigia integra	28	—	—	—	—	—	1.75	2.12	19	0.522

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 4**

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	3	11,7	1	2,80 - 2,90	15	50,8	4
0,10 - 0,20	4	15,7	1	2,90 - 3,00	13	44,0	4
0,20 - 0,30	3	11,7	1	3,00 - 3,10	11	37,2	4
0,30 - 0,40	7	27,4	1	3,10 - 3,20	9	30,5	4
0,40 - 0,50	8	31,3	1	3,20 - 3,30	11	37,2	4
0,50 - 0,60	10	39,1	1	3,30 - 3,40	11	37,2	4
0,60 - 0,70	12	47,0	1	3,40 - 3,50	16	54,1	4
0,70 - 0,80	20	78,3	1	3,50 - 3,60	33	111,7	4
0,80 - 0,90	10	37,2	2	3,60 - 3,70	24	81,2	4
0,90 - 1,00	8	29,8	2	3,70 - 3,80	19	64,3	4
1,00 - 1,10	7	26,0	2	3,80 - 3,90	15	48,6	5
1,10 - 1,20	9	33,5	2	3,90 - 4,00	19	61,5	5
1,20 - 1,30	15	55,8	2	4,00 - 4,10	19	61,5	5
1,30 - 1,40	13	48,3	2	4,10 - 4,20	15	48,6	5
1,40 - 1,50	10	37,2	2	4,20 - 4,30	12	38,8	5
1,50 - 1,60	11	40,9	2	4,30 - 4,40	14	45,3	5
1,60 - 1,70	9	33,5	2	4,40 - 4,50	14	45,3	5
1,70 - 1,80	9	33,5	2	4,50 - 4,60	18	58,3	5
1,80 - 1,90	9	31,9	3	4,60 - 4,70	19	61,5	5
1,90 - 2,00	7	24,8	3	4,70 - 4,80	17	55,0	5
2,00 - 2,10	8	28,3	3	4,80 - 4,90	19	59,0	6
2,10 - 2,20	11	39,0	3	4,90 - 5,00	15	46,6	6
2,20 - 2,30	16	56,7	3	5,00 - 5,10	16	49,7	6
2,30 - 2,40	26	92,1	3	5,10 - 5,20	18	55,9	6
2,40 - 2,50	19	67,3	3	5,20 - 5,30	20	62,1	6
2,50 - 2,60	9	31,9	3	5,30 - 5,40	38	117,9	6
2,60 - 2,70	14	49,6	3	5,40 - 5,50	57	176,9	6
2,70 - 2,80	18	63,8	3	5,50 - 5,60	60	186,2	6

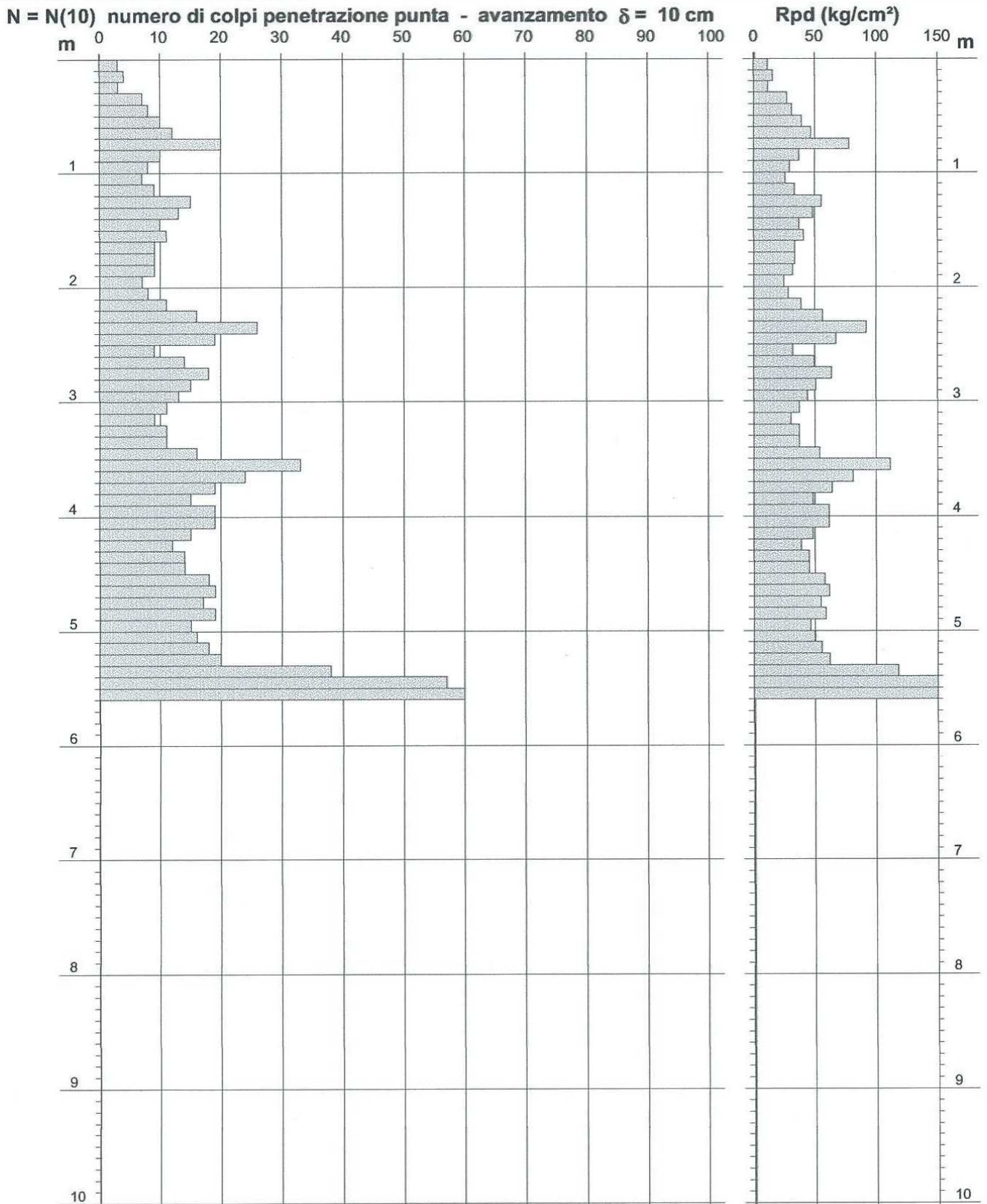
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 4

Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1





**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 4**

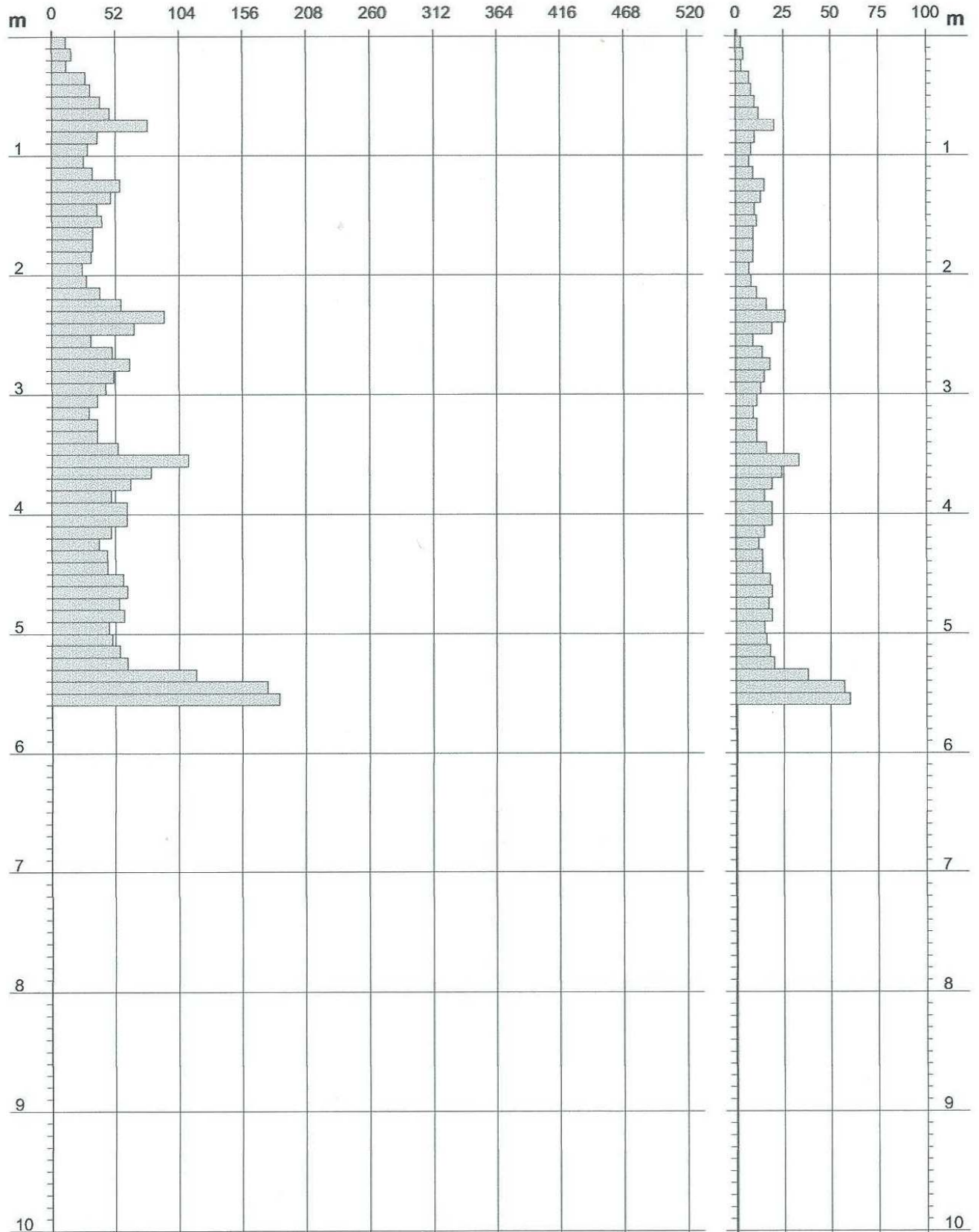
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(10) n°colpi  $\delta = 10$**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 4

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlini - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\text{min})$	s	M-s	M+s			
1	0,00	5,30	N	13,5	3	33	8,3	5,8	7,7	19,3	14	0,77	11
			Rpd	46,6	12	112	29,2	18,9	27,7	65,5			
2	5,30	5,60	N	51,7	38	60	44,8	---	---	---	52	0,77	40
			Rpd	160,3	118	186	139,1	---	---	---			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 4

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	5.30	detrito argillo-sabbioso trovante	11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	---	---	---	---
2	5.30	5.60		40	75.0	38.5	500	2.10	1.77	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 5**

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	2	7,8	1	2,90 - 3,00	3	10,2	4
0,10 - 0,20	6	23,5	1	3,00 - 3,10	3	10,2	4
0,20 - 0,30	7	27,4	1	3,10 - 3,20	2	6,8	4
0,30 - 0,40	9	35,2	1	3,20 - 3,30	7	23,7	4
0,40 - 0,50	8	31,3	1	3,30 - 3,40	9	30,5	4
0,50 - 0,60	6	23,5	1	3,40 - 3,50	12	40,6	4
0,60 - 0,70	4	15,7	1	3,50 - 3,60	13	44,0	4
0,70 - 0,80	3	11,7	1	3,60 - 3,70	15	50,8	4
0,80 - 0,90	3	11,2	2	3,70 - 3,80	17	57,5	4
0,90 - 1,00	3	11,2	2	3,80 - 3,90	14	45,3	5
1,00 - 1,10	2	7,4	2	3,90 - 4,00	17	55,0	5
1,10 - 1,20	2	7,4	2	4,00 - 4,10	22	71,2	5
1,20 - 1,30	3	11,2	2	4,10 - 4,20	26	84,2	5
1,30 - 1,40	2	7,4	2	4,20 - 4,30	30	97,1	5
1,40 - 1,50	3	11,2	2	4,30 - 4,40	35	113,3	5
1,50 - 1,60	3	11,2	2	4,40 - 4,50	32	103,6	5
1,60 - 1,70	3	11,2	2	4,50 - 4,60	34	110,1	5
1,70 - 1,80	4	14,9	2	4,60 - 4,70	34	110,1	5
1,80 - 1,90	4	14,2	3	4,70 - 4,80	37	119,8	5
1,90 - 2,00	3	10,6	3	4,80 - 4,90	38	117,9	6
2,00 - 2,10	5	17,7	3	4,90 - 5,00	38	117,9	6
2,10 - 2,20	4	14,2	3	5,00 - 5,10	37	114,8	6
2,20 - 2,30	3	10,6	3	5,10 - 5,20	38	117,9	6
2,30 - 2,40	4	14,2	3	5,20 - 5,30	38	117,9	6
2,40 - 2,50	4	14,2	3	5,30 - 5,40	39	121,0	6
2,50 - 2,60	3	10,6	3	5,40 - 5,50	40	124,1	6
2,60 - 2,70	4	14,2	3	5,50 - 5,60	38	117,9	6
2,70 - 2,80	4	14,2	3	5,60 - 5,70	39	121,0	6
2,80 - 2,90	3	10,2	4	5,70 - 5,80	40	124,1	6



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 5

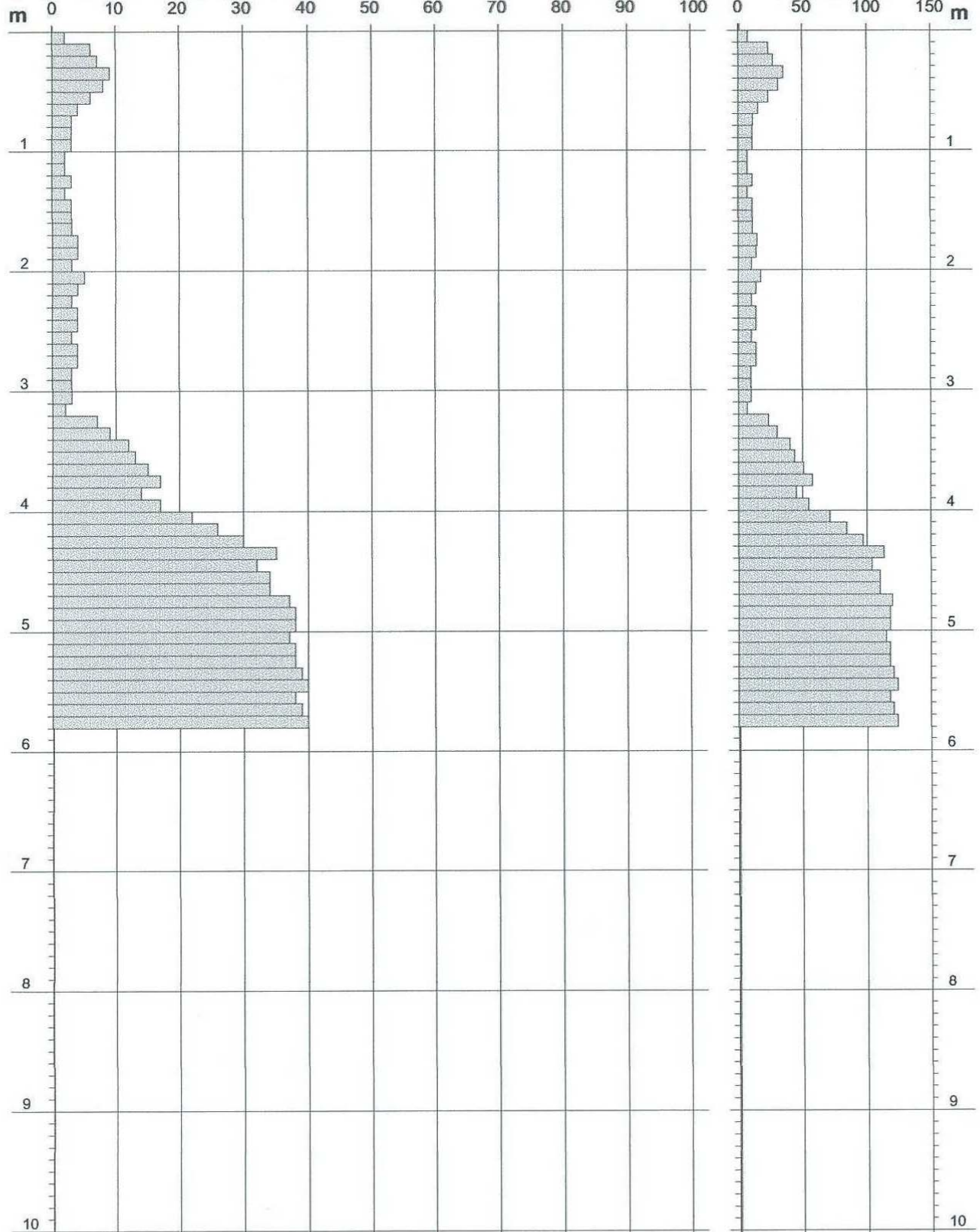
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 5

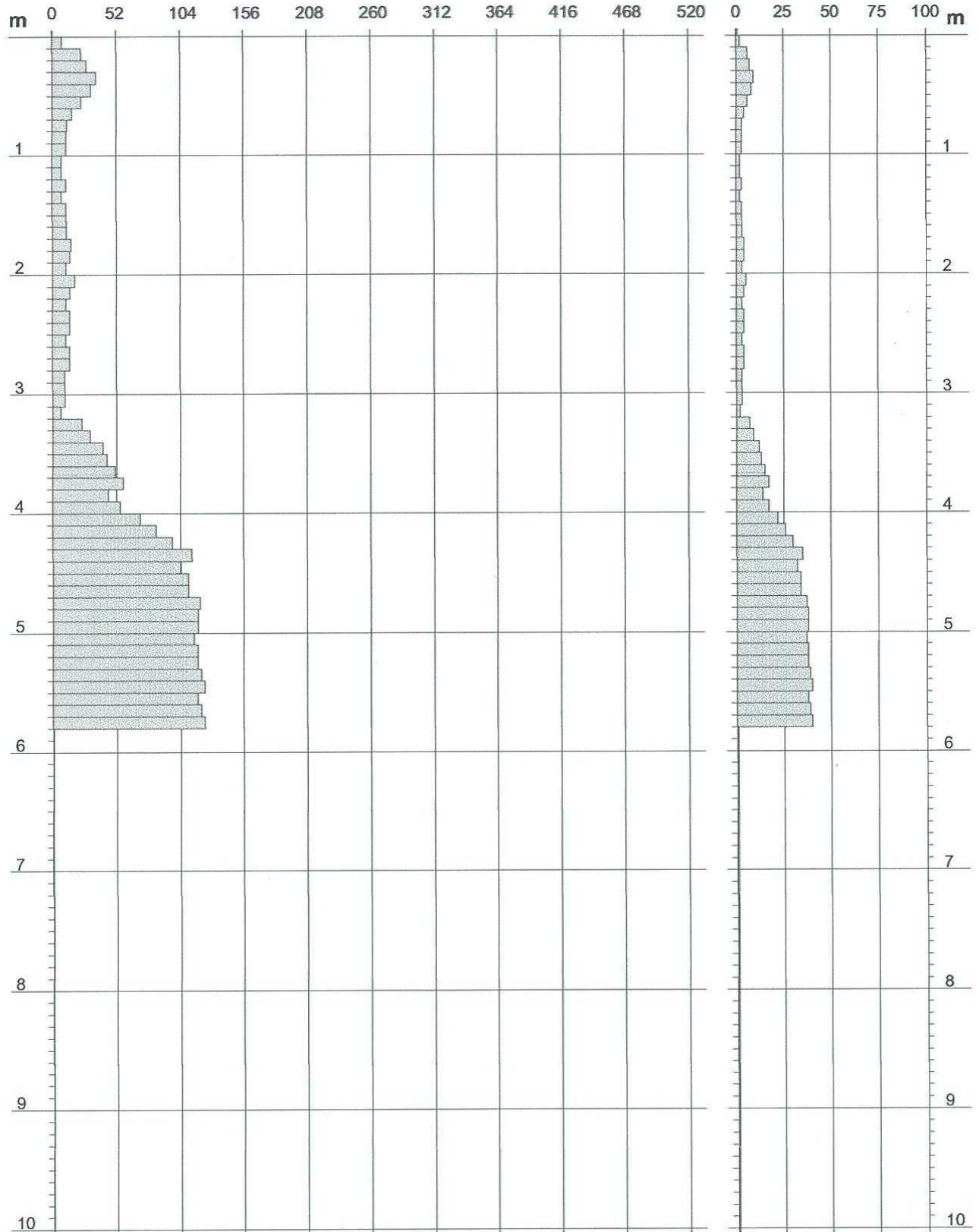
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(10) n°colpi  $\delta = 10$



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 5

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\text{min})$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,70	N	6,0	2	9	4,0	2,4	3,6	8,4	6	0,77	5
		Rpd	23,5	8	35	15,7	9,3	14,2	32,8			
2	0,70 3,20	N	3,2	2	5	2,6	---	2,4	4,0	3	0,77	2
		Rpd	11,5	7	18	9,1	2,7	8,8	14,2			
3	3,20 4,30	N	16,5	7	30	11,8	7,0	9,5	23,6	16	0,77	12
		Rpd	54,5	24	97	39,1	22,2	32,4	76,7			
4	4,30 5,80	N	37,1	32	40	34,6	2,4	34,8	39,5	37	0,77	28
		Rpd	116,8	104	124	110,2	5,6	111,2	122,4			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 5

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.70	terreno di copertura	5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	---	---	---	---
2	0.70 3.20	sabbia limosa	2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	---	---	---	---
3	3.20 4.30	argilla sabbiosa alterata	12	---	---	---	---	---	0.75	1.92	31	0.842
4	4.30 5.80	argilla grigia integra	28	---	---	---	---	---	1.75	2.12	19	0.522

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 6**

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	8	31,3	1	0,80 - 0,90	43	159,9	2
0,10 - 0,20	16	62,6	1	0,90 - 1,00	28	104,1	2
0,20 - 0,30	27	105,7	1	1,00 - 1,10	39	145,0	2
0,30 - 0,40	49	191,7	1	1,10 - 1,20	50	186,0	2
0,40 - 0,50	38	148,7	1	1,20 - 1,30	49	182,2	2
0,50 - 0,60	22	86,1	1	1,30 - 1,40	57	212,0	2
0,60 - 0,70	10	39,1	1	1,40 - 1,50	58	215,7	2
0,70 - 0,80	27	105,7	1	1,50 - 1,60	60	223,1	2

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 6

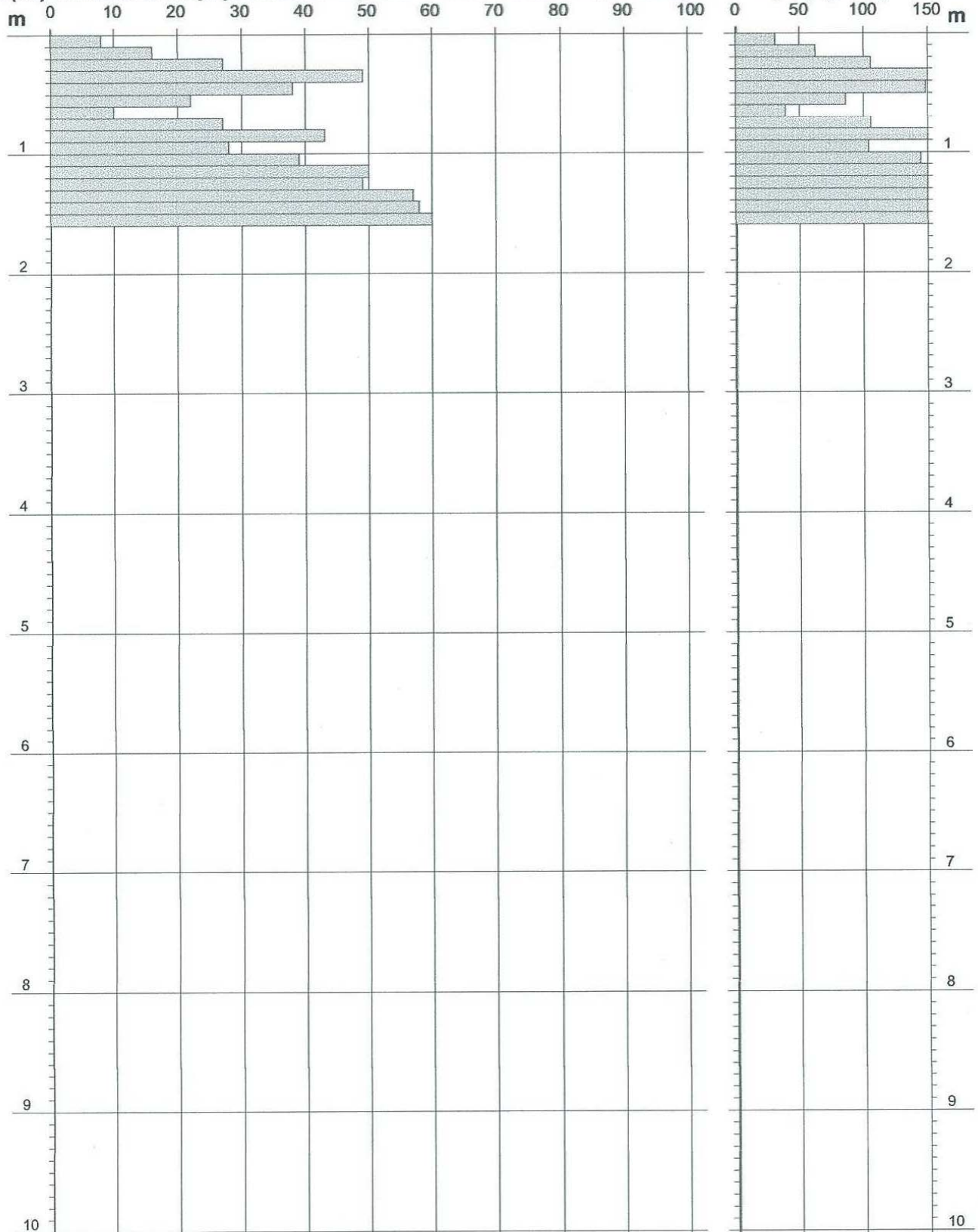
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 6**

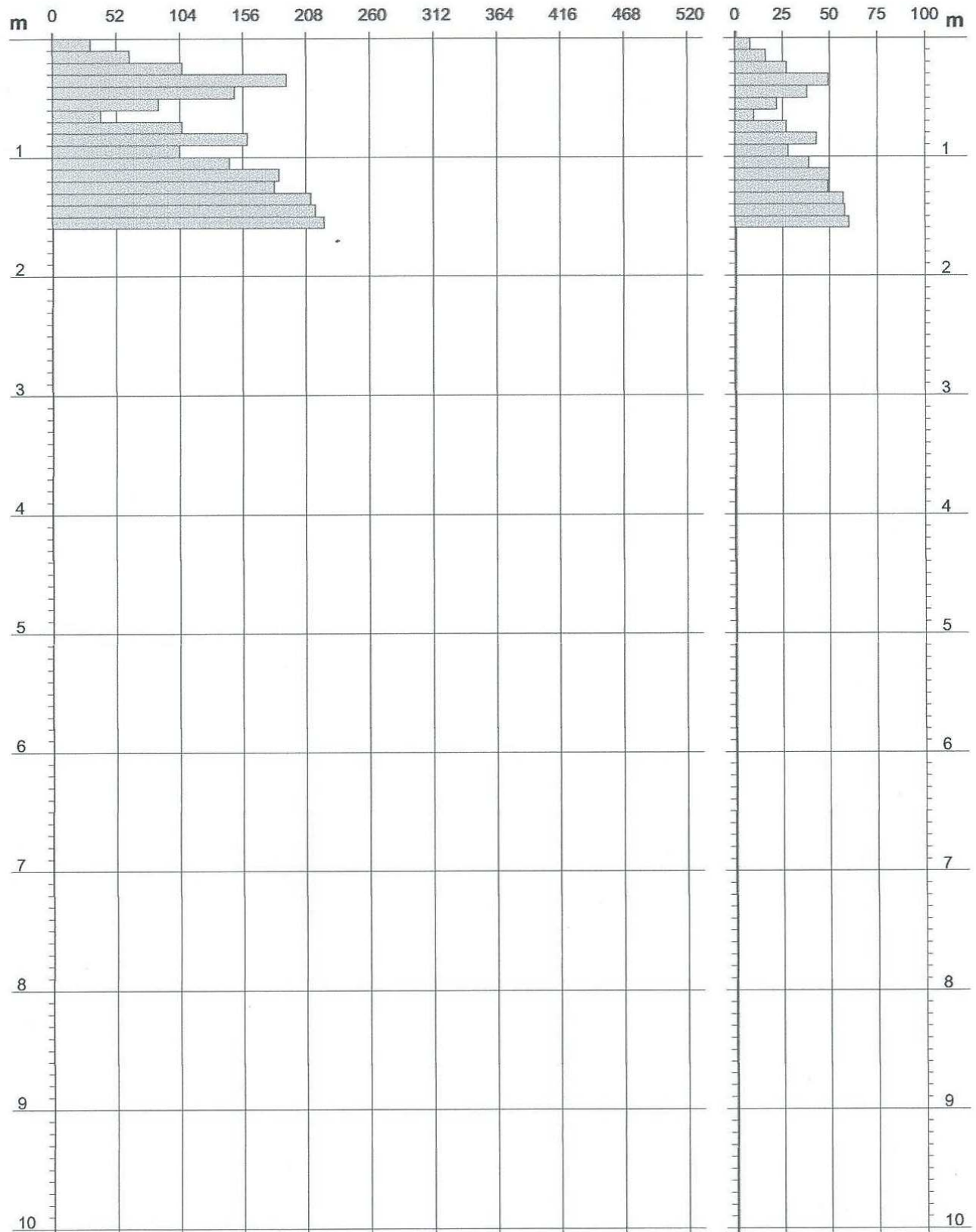
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(10) n°colpi  $\delta = 10$**





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 6

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data : .....  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,30	N	31,2	8	50	19,6	14,7	16,6	45,9	31	0,77	24
			Rpd	119,1	31	192	75,2	54,7	64,4	173,8			
2	1,30	1,60	N	58,3	57	60	57,7	---	---	---	58	0,77	44
			Rpd	216,9	212	223	214,5	---	---	---			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 6

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.30	terreno di riporto	24	56.0	34.2	376	2.01	1.63	---	---	---	---
2	1.30	1.60	calcarenite	44	79.0	39.5	531	2.12	1.80	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 7**

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	12	47,0	1	1,90 - 2,00	3	10,6	3
0,10 - 0,20	31	121,3	1	2,00 - 2,10	4	14,2	3
0,20 - 0,30	47	183,9	1	2,10 - 2,20	4	14,2	3
0,30 - 0,40	26	101,7	1	2,20 - 2,30	5	17,7	3
0,40 - 0,50	12	47,0	1	2,30 - 2,40	9	31,9	3
0,50 - 0,60	11	43,0	1	2,40 - 2,50	11	39,0	3
0,60 - 0,70	7	27,4	1	2,50 - 2,60	17	60,2	3
0,70 - 0,80	6	23,5	1	2,60 - 2,70	21	74,4	3
0,80 - 0,90	5	18,6	2	2,70 - 2,80	27	95,7	3
0,90 - 1,00	3	11,2	2	2,80 - 2,90	28	94,7	4
1,00 - 1,10	4	14,9	2	2,90 - 3,00	33	111,7	4
1,10 - 1,20	5	18,6	2	3,00 - 3,10	37	125,2	4
1,20 - 1,30	5	18,6	2	3,10 - 3,20	42	142,1	4
1,30 - 1,40	3	11,2	2	3,20 - 3,30	47	159,0	4
1,40 - 1,50	3	11,2	2	3,30 - 3,40	48	162,4	4
1,50 - 1,60	3	11,2	2	3,40 - 3,50	53	179,3	4
1,60 - 1,70	3	11,2	2	3,50 - 3,60	56	189,5	4
1,70 - 1,80	3	11,2	2	3,60 - 3,70	52	175,9	4
1,80 - 1,90	3	10,6	3	3,70 - 3,80	53	179,3	4

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 7**

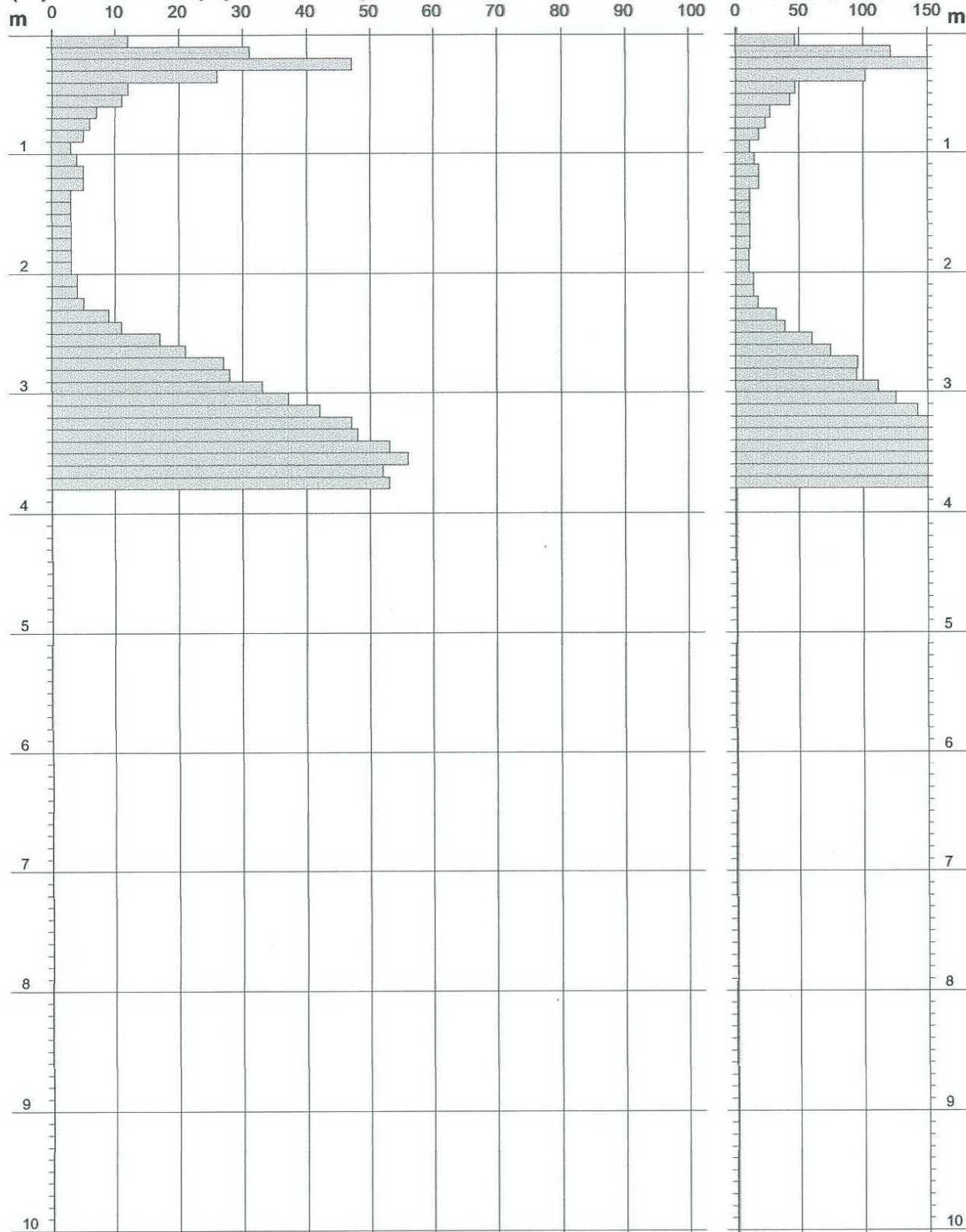
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**





**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 7**

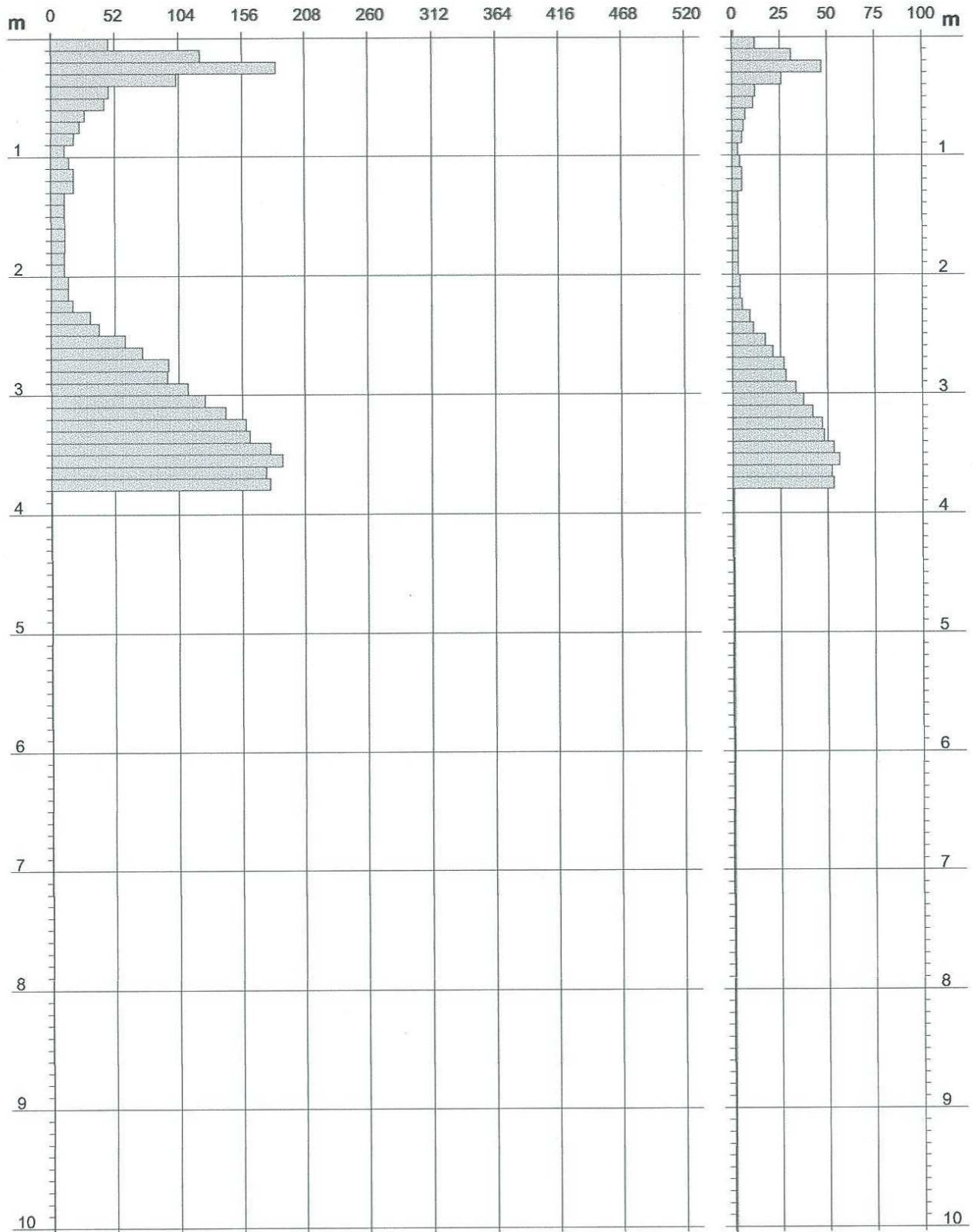
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(10) n°colpi  $\delta = 10$**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 7

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA								VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s				
1	0,00 0,60	N	23,2	11	47	17,1	14,4	8,8	37,6	23	0,77	18	
		Rpd	90,7	43	184	66,8	56,3	34,4	146,9	90			
2	0,60 2,70	N	6,0	3	21	4,5	4,8	1,2	10,9	6	0,77	5	
		Rpd	22,0	11	74	16,3	17,1	4,9	39,0	22			
3	2,70 3,80	N	43,3	27	56	35,1	10,5	32,7	53,8	43	0,77	33	
		Rpd	146,8	95	190	120,8	35,0	111,8	181,8	146			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 7

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.60	terreno di riporto	18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	---	---	---	---
2	0.60 2.70	sabbia limosa	5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	---	---	---	---
3	2.70 3.80	argilla grigia	33	---	---	---	---	---	2.06	2.18	16	0.444

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 8

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	4	15,7	1	3,90 - 4,00	12	38,8	5
0,10 - 0,20	16	62,6	1	4,00 - 4,10	12	38,8	5
0,20 - 0,30	10	39,1	1	4,10 - 4,20	12	38,8	5
0,30 - 0,40	9	35,2	1	4,20 - 4,30	12	38,8	5
0,40 - 0,50	8	31,3	1	4,30 - 4,40	14	45,3	5
0,50 - 0,60	7	27,4	1	4,40 - 4,50	13	42,1	5
0,60 - 0,70	5	19,6	1	4,50 - 4,60	13	42,1	5
0,70 - 0,80	6	23,5	1	4,60 - 4,70	13	42,1	5
0,80 - 0,90	11	40,9	2	4,70 - 4,80	12	38,8	5
0,90 - 1,00	16	59,5	2	4,80 - 4,90	11	34,1	6
1,00 - 1,10	15	55,8	2	4,90 - 5,00	14	43,4	6
1,10 - 1,20	12	44,6	2	5,00 - 5,10	21	65,2	6
1,20 - 1,30	13	48,3	2	5,10 - 5,20	13	40,3	6
1,30 - 1,40	14	52,1	2	5,20 - 5,30	13	40,3	6
1,40 - 1,50	16	59,5	2	5,30 - 5,40	12	37,2	6
1,50 - 1,60	17	63,2	2	5,40 - 5,50	13	40,3	6
1,60 - 1,70	17	63,2	2	5,50 - 5,60	14	43,4	6
1,70 - 1,80	20	74,4	2	5,60 - 5,70	20	62,1	6
1,80 - 1,90	20	70,9	3	5,70 - 5,80	17	52,8	6
1,90 - 2,00	22	78,0	3	5,80 - 5,90	14	41,7	7
2,00 - 2,10	22	78,0	3	5,90 - 6,00	13	38,7	7
2,10 - 2,20	23	81,5	3	6,00 - 6,10	17	50,7	7
2,20 - 2,30	20	70,9	3	6,10 - 6,20	18	53,6	7
2,30 - 2,40	19	67,3	3	6,20 - 6,30	17	50,7	7
2,40 - 2,50	17	60,2	3	6,30 - 6,40	22	65,6	7
2,50 - 2,60	14	49,6	3	6,40 - 6,50	25	74,5	7
2,60 - 2,70	12	42,5	3	6,50 - 6,60	26	77,5	7
2,70 - 2,80	12	42,5	3	6,60 - 6,70	26	77,5	7
2,80 - 2,90	11	37,2	4	6,70 - 6,80	26	77,5	7
2,90 - 3,00	12	40,6	4	6,80 - 6,90	23	65,9	8
3,00 - 3,10	10	33,8	4	6,90 - 7,00	26	74,5	8
3,10 - 3,20	11	37,2	4	7,00 - 7,10	34	97,5	8
3,20 - 3,30	10	33,8	4	7,10 - 7,20	32	91,7	8
3,30 - 3,40	11	37,2	4	7,20 - 7,30	28	80,3	8
3,40 - 3,50	12	40,6	4	7,30 - 7,40	26	74,5	8
3,50 - 3,60	13	44,0	4	7,40 - 7,50	23	65,9	8
3,60 - 3,70	14	47,4	4	7,50 - 7,60	28	80,3	8
3,70 - 3,80	11	37,2	4	7,60 - 7,70	30	86,0	8
3,80 - 3,90	11	35,6	5	7,70 - 7,80	31	88,9	8

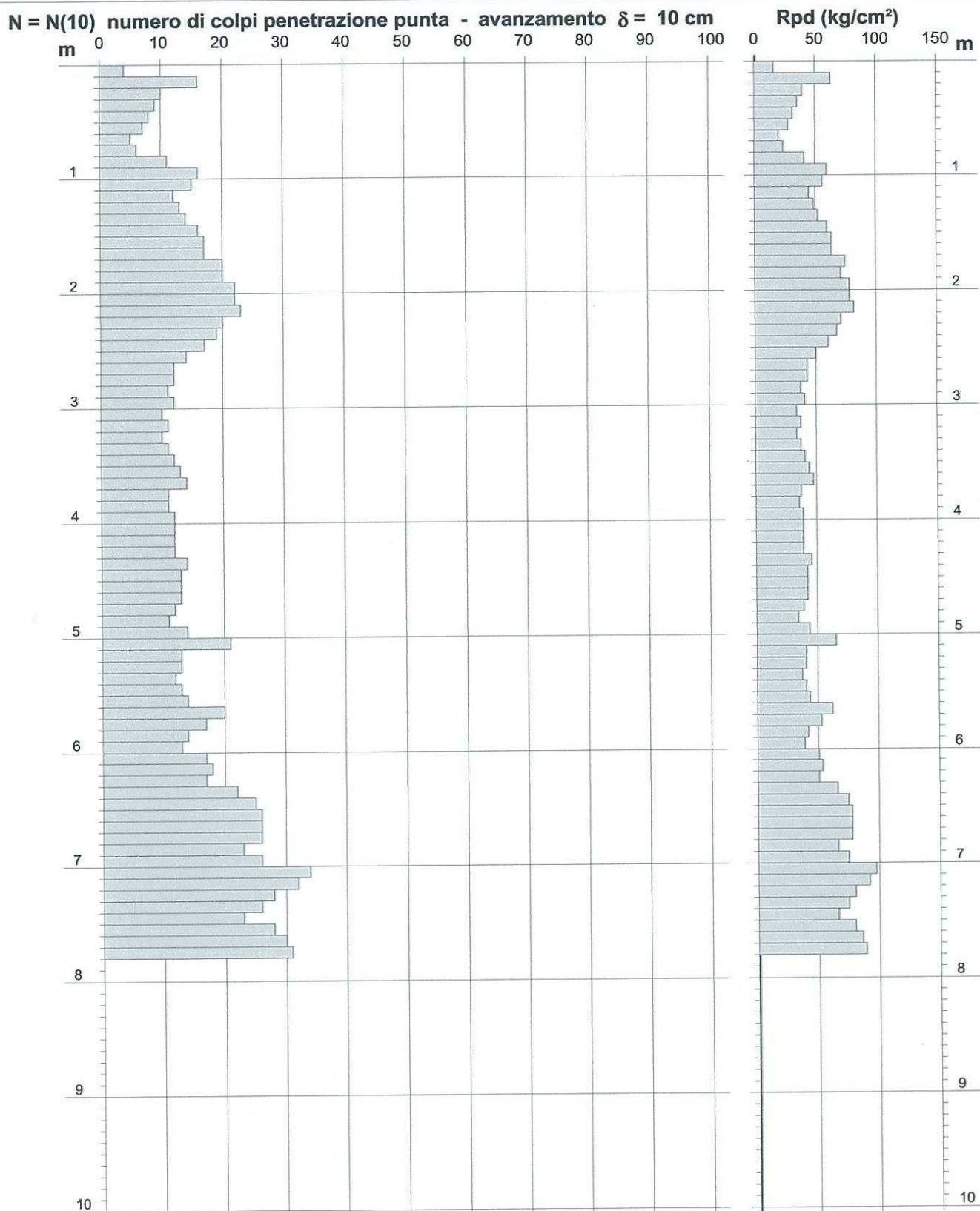
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 8

Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 8

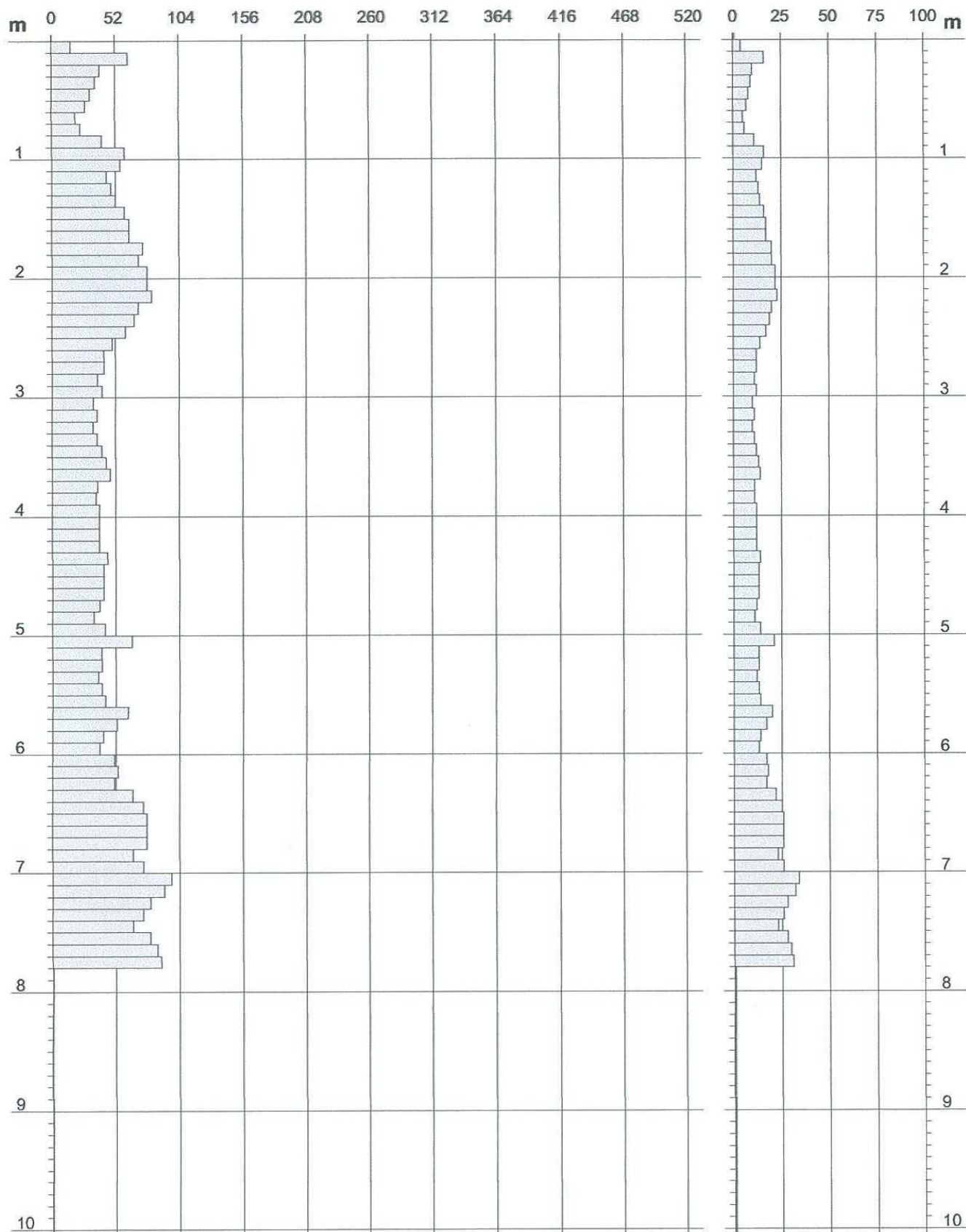
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(10) n° colpi  $\delta = 10$



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 8

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,90	N	8,4	4	16	6,2	3,6	4,8	12,1	8	0,77	6
			Rpd	32,8	16	63	24,2	14,1	18,7	46,9			
2	0,90	6,00	N	14,4	10	23	12,2	3,5	10,9	17,9	14	0,77	11
			Rpd	48,9	34	82	41,4	13,3	35,6	62,2			
3	6,00	7,80	N	25,4	17	34	21,2	4,9	20,6	30,3	25	0,77	19
			Rpd	74,0	51	98	62,4	13,4	60,7	87,4			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 8

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESI VA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.90	terreno agrario	6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	---	---	---	---
2	0.90	6.00	sabbia limo-argillosa	11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	---	---	---	---
3	6.00	7.80	argilla limosa (terrazzi)	19	48.5	32.7	338	1.98	1.58	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 9

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	6	23,5	1	1,90 - 2,00	22	78,0	3
0,10 - 0,20	12	47,0	1	2,00 - 2,10	25	88,6	3
0,20 - 0,30	11	43,0	1	2,10 - 2,20	23	81,5	3
0,30 - 0,40	14	54,8	1	2,20 - 2,30	23	81,5	3
0,40 - 0,50	14	54,8	1	2,30 - 2,40	24	85,0	3
0,50 - 0,60	16	62,6	1	2,40 - 2,50	27	95,7	3
0,60 - 0,70	15	58,7	1	2,50 - 2,60	29	102,8	3
0,70 - 0,80	12	47,0	1	2,60 - 2,70	30	106,3	3
0,80 - 0,90	10	37,2	2	2,70 - 2,80	31	109,8	3
0,90 - 1,00	14	52,1	2	2,80 - 2,90	24	81,2	4
1,00 - 1,10	19	70,7	2	2,90 - 3,00	24	81,2	4
1,10 - 1,20	19	70,7	2	3,00 - 3,10	21	71,1	4
1,20 - 1,30	31	115,3	2	3,10 - 3,20	24	81,2	4
1,30 - 1,40	41	152,5	2	3,20 - 3,30	33	111,7	4
1,40 - 1,50	38	141,3	2	3,30 - 3,40	36	121,8	4
1,50 - 1,60	32	119,0	2	3,40 - 3,50	31	104,9	4
1,60 - 1,70	29	107,9	2	3,50 - 3,60	31	104,9	4
1,70 - 1,80	26	96,7	2	3,60 - 3,70	38	128,6	4
1,80 - 1,90	22	78,0	3	3,70 - 3,80	39	132,0	4

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 9

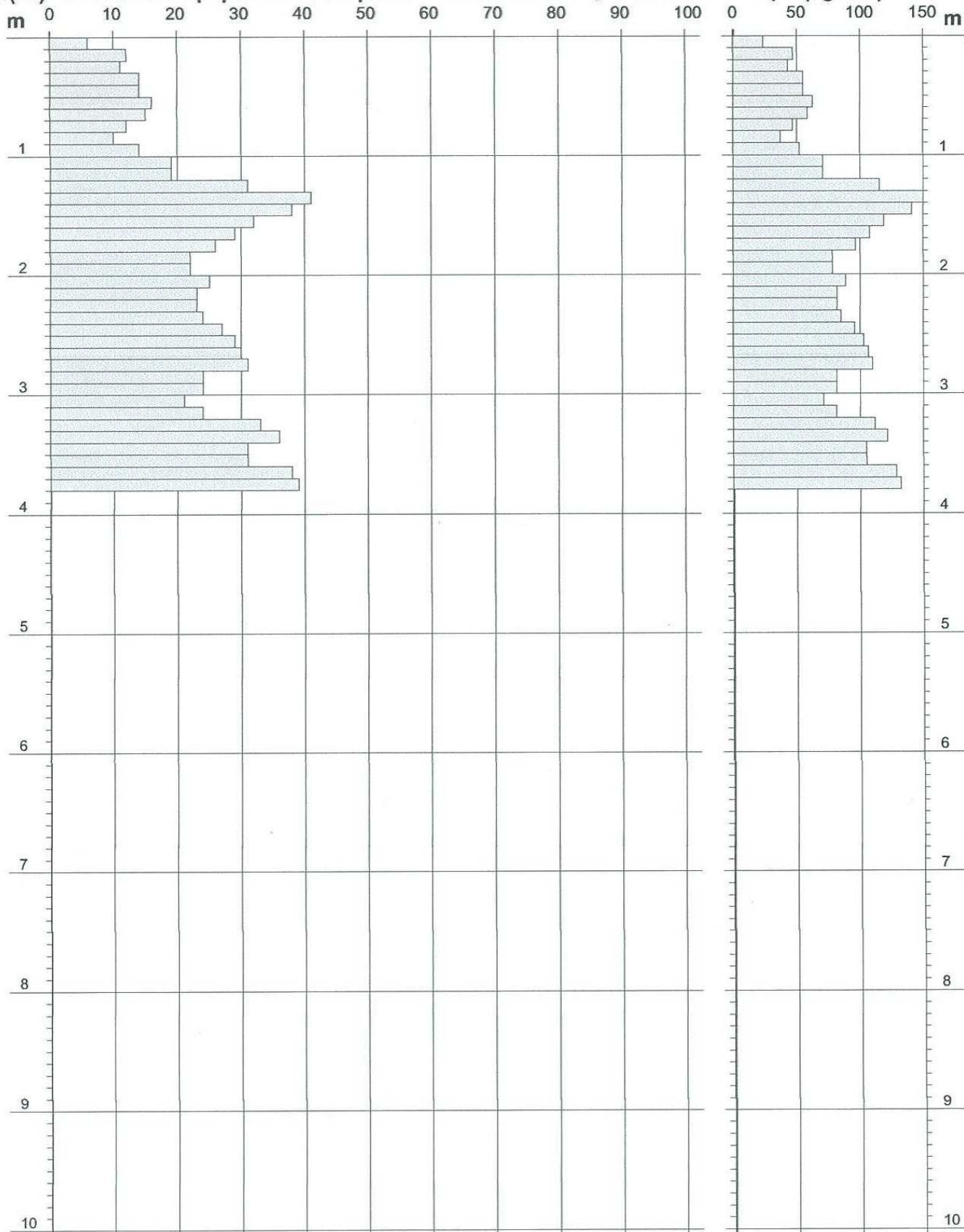
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 9

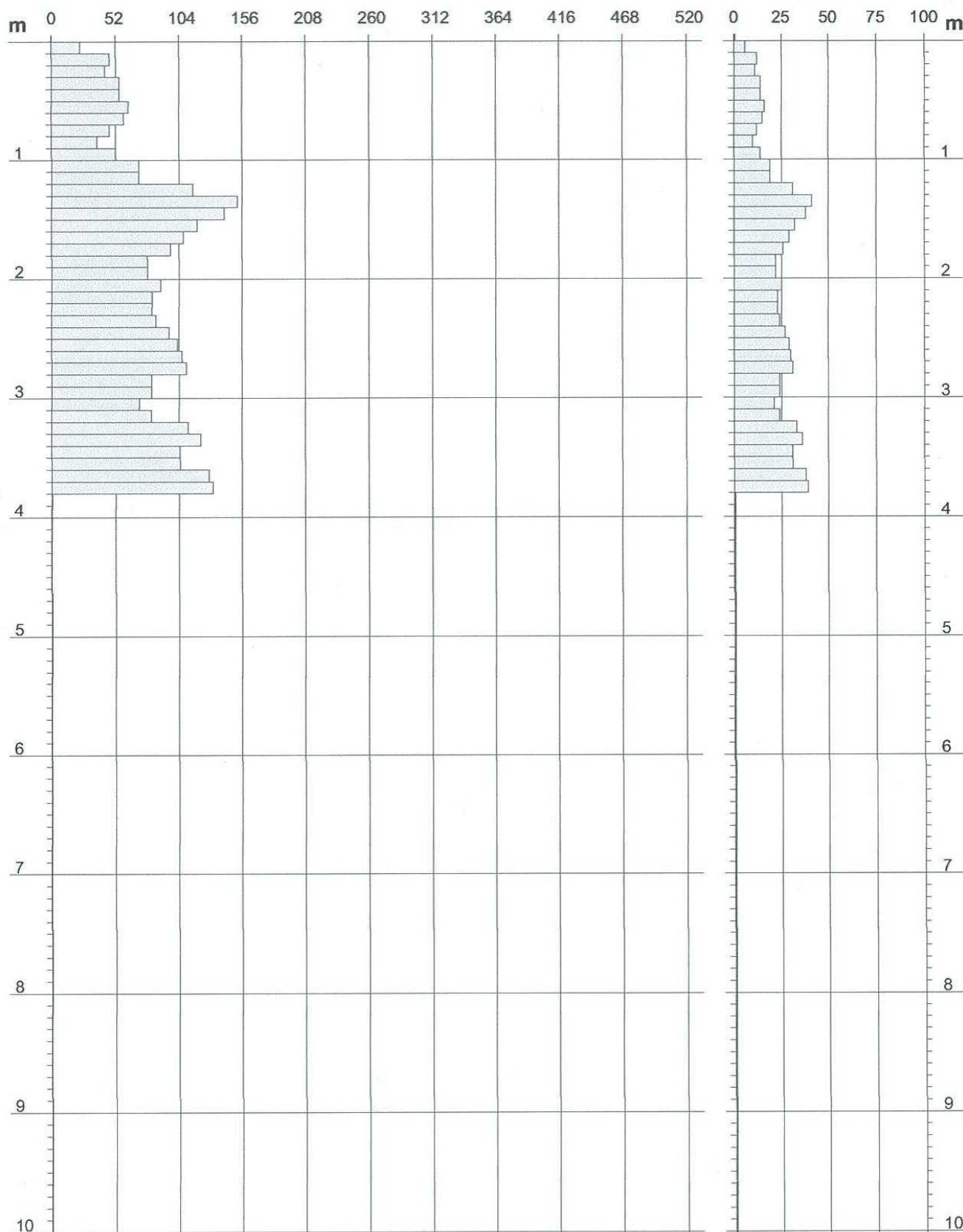
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(10) n°colpi  $\delta = 10$





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 9

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\text{min})$	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,20	N	13,5	6	19	9,8	3,7	9,8	17,2	14	0,77	11
			Rpd	51,8	24	71	37,7	13,6	38,2	65,4			
2	1,20	3,80	N	29,0	21	41	25,0	5,9	23,1	34,9	29	0,77	22
			Rpd	102,2	71	153	86,6	21,5	80,7	123,7			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 9

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	1,20	sabbia sciolta	11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	---	---	---	---
2	1,20	3,80	sabbia medio addensata	22	53.0	33.6	361	2.00	1.61	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 10

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : 3,50 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	6	23,5	1	2,10 - 2,20	6	21,3	3
0,10 - 0,20	10	39,1	1	2,20 - 2,30	9	31,9	3
0,20 - 0,30	11	43,0	1	2,30 - 2,40	11	39,0	3
0,30 - 0,40	10	39,1	1	2,40 - 2,50	8	28,3	3
0,40 - 0,50	8	31,3	1	2,50 - 2,60	14	49,6	3
0,50 - 0,60	7	27,4	1	2,60 - 2,70	7	24,8	3
0,60 - 0,70	7	27,4	1	2,70 - 2,80	1	3,5	3
0,70 - 0,80	4	15,7	1	2,80 - 2,90	1	3,4	4
0,80 - 0,90	2	7,4	2	2,90 - 3,00	2	6,8	4
0,90 - 1,00	3	11,2	2	3,00 - 3,10	2	6,8	4
1,00 - 1,10	3	11,2	2	3,10 - 3,20	2	6,8	4
1,10 - 1,20	3	11,2	2	3,20 - 3,30	2	6,8	4
1,20 - 1,30	5	18,6	2	3,30 - 3,40	1	3,4	4
1,30 - 1,40	2	7,4	2	3,40 - 3,50	4	13,5	4
1,40 - 1,50	1	3,7	2	3,50 - 3,60	43	145,5	4
1,50 - 1,60	1	3,7	2	3,60 - 3,70	57	192,9	4
1,60 - 1,70	1	3,7	2	3,70 - 3,80	25	84,6	4
1,70 - 1,80	2	7,4	2	3,80 - 3,90	41	132,7	5
1,80 - 1,90	3	10,6	3	3,90 - 4,00	53	171,6	5
1,90 - 2,00	2	7,1	3	4,00 - 4,10	59	191,0	5
2,00 - 2,10	4	14,2	3	4,10 - 4,20	60	194,2	5

PENETROMETRO DINAMICO N° 211 00 1000

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 10

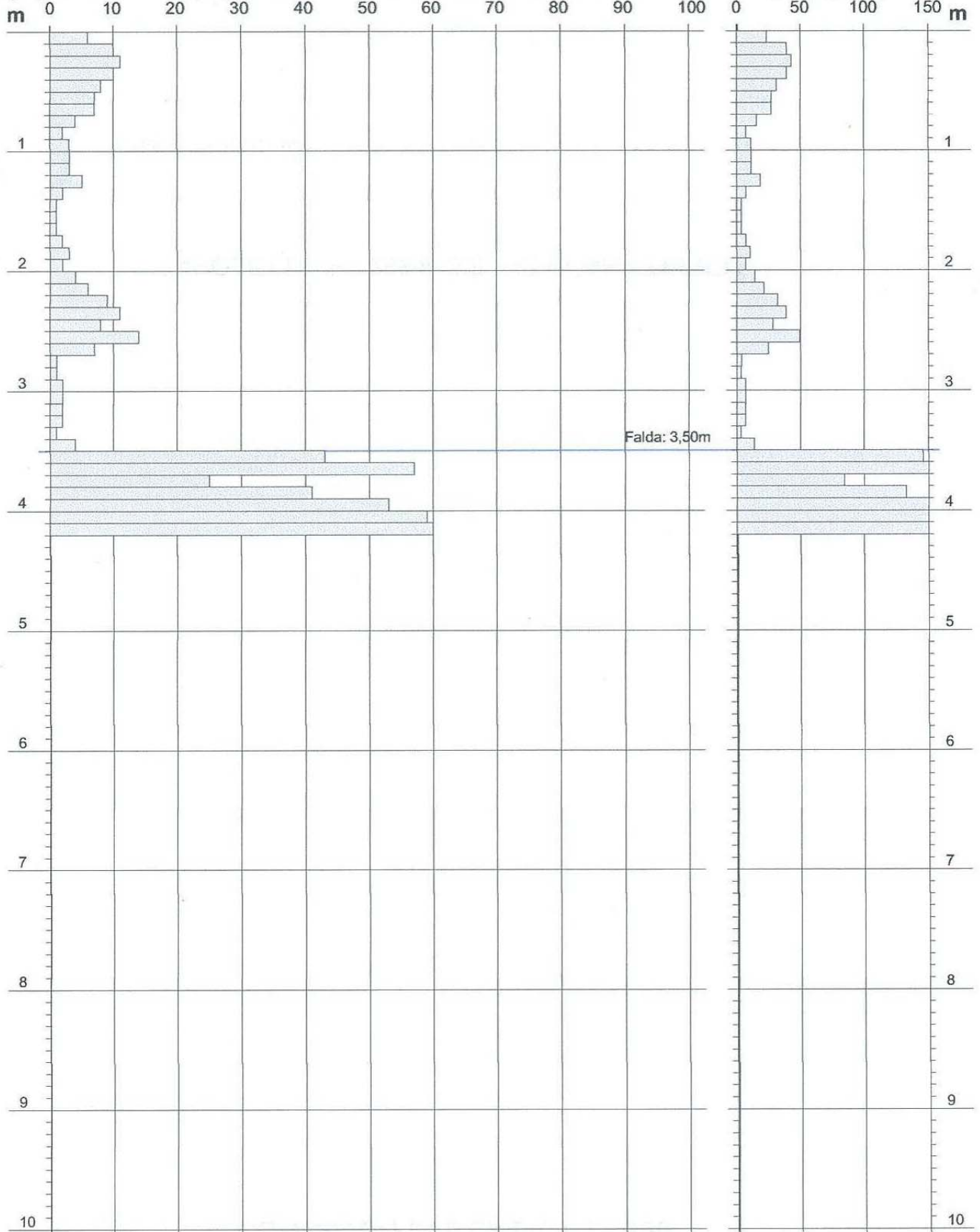
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : 3,50 m da quota inizio  
- pagina : 1

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 10

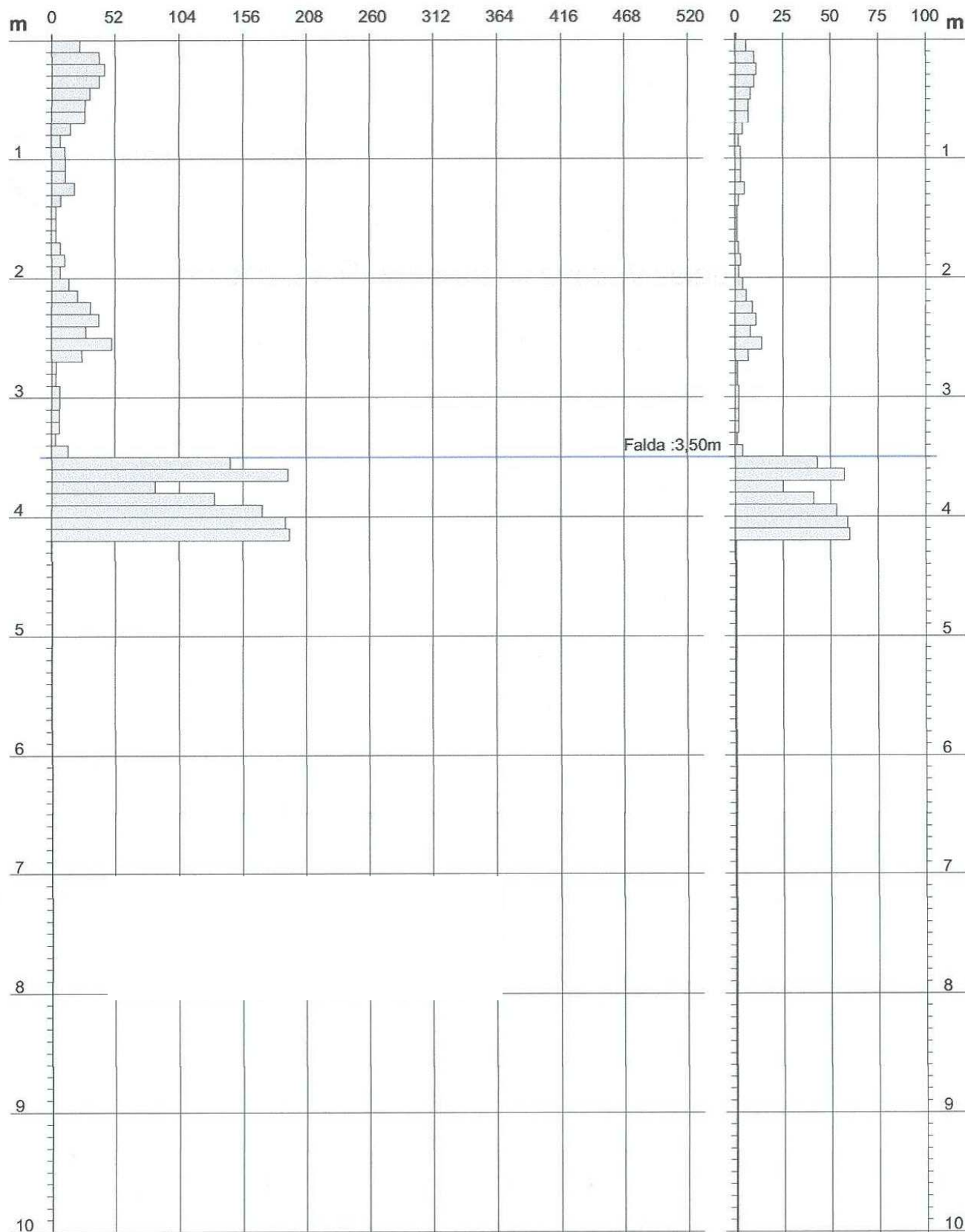
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : 3,50 m da quota inizio

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(10) n°colpi  $\delta = 10$





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 10

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data :  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : 3,50 m da quota inizio  
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,70	N	8,4	6	11	7,2	1,9	6,5	10,3	8	0,77	6
		Rpd	33,0	24	43	28,2	7,4	25,5	40,4			
2	0,70 3,50	N	3,8	1	14	2,4	3,3	---	7,1	4	0,77	3
		Rpd	13,5	3	50	8,5	11,7	1,9	25,2			
3	3,50 4,20	N	48,3	25	60	36,6	12,7	35,5	61,0	48	0,77	37
		Rpd	158,9	85	194	121,8	40,8	118,1	199,7			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0,77$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 10

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.70	terreno agrario	6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	---	---	---	---
2	0.70 3.50	limo sabbioso e sabbia	3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	---	---	---	---
3	3.50 4.20	ghiaia satura	37	72.0	37.8	477	2.09	1.74	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

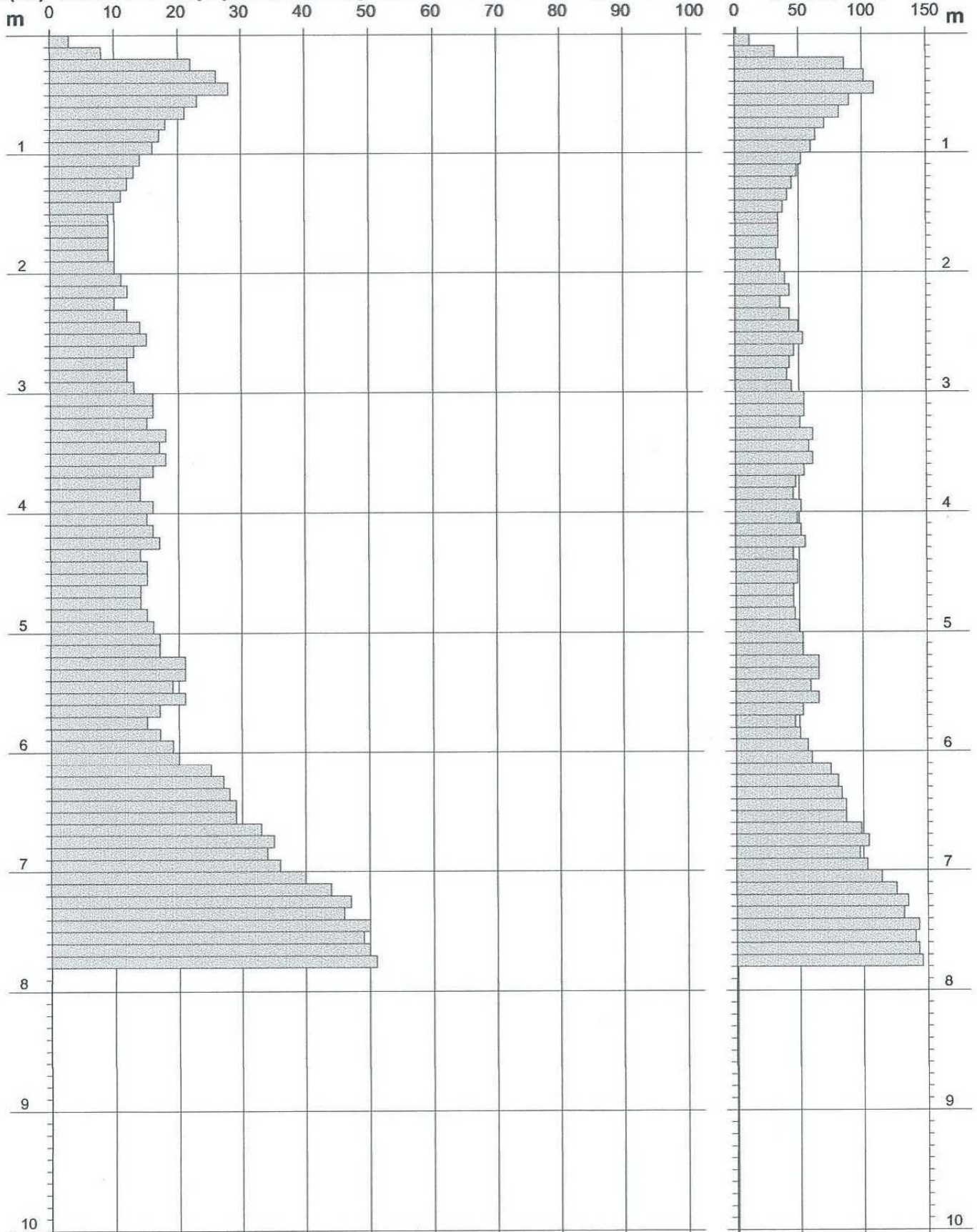
Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
 - lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
 - località : territorio comunale di Agrigento  
 - note :

- data : .....  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

**N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10$  cm**

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl  
- lavoro : lavori servizio idrico Girgenti Acque  
- località : territorio comunale di Agrigento  
- note :

- data :  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	3	11,7	1	3,90 - 4,00	16	51,8	5
0,10 - 0,20	8	31,3	1	4,00 - 4,10	15	48,6	5
0,20 - 0,30	22	86,1	1	4,10 - 4,20	16	51,8	5
0,30 - 0,40	26	101,7	1	4,20 - 4,30	17	55,0	5
0,40 - 0,50	28	109,6	1	4,30 - 4,40	14	45,3	5
0,50 - 0,60	23	90,0	1	4,40 - 4,50	15	48,6	5
0,60 - 0,70	21	82,2	1	4,50 - 4,60	15	48,6	5
0,70 - 0,80	18	70,4	1	4,60 - 4,70	14	45,3	5
0,80 - 0,90	17	63,2	2	4,70 - 4,80	14	45,3	5
0,90 - 1,00	16	59,5	2	4,80 - 4,90	15	46,6	6
1,00 - 1,10	14	52,1	2	4,90 - 5,00	16	49,7	6
1,10 - 1,20	13	48,3	2	5,00 - 5,10	17	52,8	6
1,20 - 1,30	12	44,6	2	5,10 - 5,20	17	52,8	6
1,30 - 1,40	11	40,9	2	5,20 - 5,30	21	65,2	6
1,40 - 1,50	10	37,2	2	5,30 - 5,40	21	65,2	6
1,50 - 1,60	9	33,5	2	5,40 - 5,50	19	59,0	6
1,60 - 1,70	9	33,5	2	5,50 - 5,60	21	65,2	6
1,70 - 1,80	9	33,5	2	5,60 - 5,70	17	52,8	6
1,80 - 1,90	9	31,9	3	5,70 - 5,80	15	46,6	6
1,90 - 2,00	10	35,4	3	5,80 - 5,90	17	50,7	7
2,00 - 2,10	11	39,0	3	5,90 - 6,00	19	56,6	7
2,10 - 2,20	12	42,5	3	6,00 - 6,10	20	59,6	7
2,20 - 2,30	10	35,4	3	6,10 - 6,20	25	74,5	7
2,30 - 2,40	12	42,5	3	6,20 - 6,30	27	80,5	7
2,40 - 2,50	14	49,6	3	6,30 - 6,40	28	83,4	7
2,50 - 2,60	15	53,1	3	6,40 - 6,50	29	86,4	7
2,60 - 2,70	13	46,1	3	6,50 - 6,60	29	86,4	7
2,70 - 2,80	12	42,5	3	6,60 - 6,70	33	98,3	7
2,80 - 2,90	12	40,6	4	6,70 - 6,80	35	104,3	7
2,90 - 3,00	13	44,0	4	6,80 - 6,90	34	97,5	8
3,00 - 3,10	16	54,1	4	6,90 - 7,00	36	103,2	8
3,10 - 3,20	16	54,1	4	7,00 - 7,10	40	114,6	8
3,20 - 3,30	15	50,8	4	7,10 - 7,20	44	126,1	8
3,30 - 3,40	18	60,9	4	7,20 - 7,30	47	134,7	8
3,40 - 3,50	17	57,5	4	7,30 - 7,40	46	131,8	8
3,50 - 3,60	18	60,9	4	7,40 - 7,50	50	143,3	8
3,60 - 3,70	16	54,1	4	7,50 - 7,60	49	140,4	8
3,70 - 3,80	14	47,4	4	7,60 - 7,70	50	143,3	8
3,80 - 3,90	14	45,3	5	7,70 - 7,80	51	146,2	8

## CORRELAZIONE N<sub>spt</sub> - PARAMETRI GEOTECNICI

N<sub>spt</sub> → Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

N <sub>spt</sub>	Dr(%)	N <sub>spt</sub>	Dr(%)	N <sub>spt</sub>	Dr(%)	N <sub>spt</sub>	Dr(%)
5	18	30	65	55	87	80	96
10	35	35	70	60	89	85	98
15	43	40	75	65	91	90	100
20	50	45	80	70	93	95	100
25	58	50	85	75	94	100	100

N <sub>spt</sub> = 0 ± 4	sabbia MOLTO SCIOLTA	Dr = 0 ± 15 %
N <sub>spt</sub> = 4 ± 10	sabbia SCIOLTA	Dr = 15 ± 35 %
N <sub>spt</sub> = 10 ± 30	sabbia MEDIAMENTE ADDENSATA	Dr = 35 ± 65 %
N <sub>spt</sub> = 30 ± 50	sabbia ADDENSATA	Dr = 65 ± 85 %
N <sub>spt</sub> > 50	sabbia MOLTO ADDENSATA	Dr = 85 ± 100 %

N.B.: esistono altre più precise correlazioni che tengono conto della pressione di consolidazione; p'vo (pressione geostatica efficace) .

N<sub>spt</sub> → α' (ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE) (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1963-1974) -

N <sub>spt</sub>	α(°)	N <sub>spt</sub>	α(°)	N <sub>spt</sub>	α(°)	N <sub>spt</sub>	α(°)
5	28,0	30	36,0	55	41,8	80	44,5
10	30,0	35	37,3	60	42,5	85	44,8
15	31,5	40	38,5	65	43,3	90	45,0
20	33,0	45	39,8	70	44,0	95	45,0
25	34,5	50	41,0	75	44,3	100	45,0

N.B.: esistono altre più precise correlazioni che tengono conto della pressione di consolidazione; p'vo (pressione geostatica efficace) .

N<sub>spt</sub> → E' (MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO) (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970) -

SABBIE e GHIAIE N.C. (normalmente consolidate)

N <sub>spt</sub>	E'(kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>spt</sub>	E'(kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>spt</sub>	E'(kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>spt</sub>	E'(kg/cm <sup>2</sup> )
5	229,8	30	422,6	55	615,3	80	808,1
10	268,4	35	461,1	60	653,9	85	846,6
15	306,9	40	499,7	65	692,4	90	885,2
20	345,5	45	538,2	70	731,0	95	923,7
25	384,0	50	576,8	75	769,5	100	962,3

SABBIE S.C. (sovra consolidate)

N <sub>spt</sub>	E'(kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>spt</sub>	E'(kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>spt</sub>	E'(kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>spt</sub>	E'(kg/cm <sup>2</sup> )
5	428,5	30	694,5	55	960,5	80	1226,5
10	481,7	35	747,7	60	1013,7	85	1279,7
15	534,9	40	800,9	65	1066,9	90	1332,9
20	588,1	45	854,1	70	1120,1	95	1386,1
25	641,3	50	907,3	75	1173,3	100	1439,3



## CORRELAZIONE N<sub>spt</sub> - PARAMETRI GEOTECNICI

N<sub>spt</sub> -> I<sub>q</sub> (RISCHIO DI LIQUEFAZIONE) (Terreni granulari) - SHI-MING (1982) -  
(potesi : sabbie con falda superficiale -

VII grado		VIII grado		IX grado		(Scala Mercalli modificata)
prof(m)	Ncr	prof(m)	Ncr	prof(m)	Ncr	
0,00	4	0,00	7	0,00	12	
1,00	5	1,00	9	1,00	14	
2,00	6	2,00	10	2,00	16	
3,00	7	3,00	11	3,00	18	
4,00	7	4,00	12	4,00	20	
5,00	8	5,00	14	5,00	22	
6,00	9	6,00	15	6,00	24	
7,00	10	7,00	16	7,00	26	
8,00	10	8,00	17	8,00	28	
9,00	11	9,00	19	9,00	30	
10,00	12	10,00	20	10,00	32	
11,00	13	11,00	21	11,00	34	
12,00	13	12,00	22	12,00	36	
13,00	14	13,00	24	13,00	38	
14,00	15	14,00	25	14,00	40	
15,00	16	15,00	26	15,00	42	

LIQUEFAZIONE POSSIBILE PER N<sub>spt</sub><N<sub>cr</sub>

N<sub>spt</sub> -> C<sub>u</sub> (COESIONE NON DRENATA) (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

N <sub>spt</sub>	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>spt</sub>	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>spt</sub>	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>spt</sub>	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
2	0,13	12	0,75	22	1,38	32	2,00
4	0,25	14	0,88	24	1,50	34	2,13
6	0,38	16	1,00	26	1,63	36	2,25
8	0,50	18	1,13	28	1,75	38	2,38
10	0,63	20	1,25	30	1,88	40	2,50

N <sub>spt</sub> = 0 + 2	terreno MOLTO MOLLE	C <sub>u</sub> = 0,000 + 0,125 kg/cm <sup>2</sup>
N <sub>spt</sub> = 2 + 4	terreno MOLLE	C <sub>u</sub> = 0,125 + 0,250 kg/cm <sup>2</sup>
N <sub>spt</sub> = 4 + 8	terreno MODERATA CONSISTENZA	C <sub>u</sub> = 0,250 + 0,500 kg/cm <sup>2</sup>
N <sub>spt</sub> = 8 + 15	terreno CONSISTENTE	C <sub>u</sub> = 0,500 + 1,000 kg/cm <sup>2</sup>
N <sub>spt</sub> = 15 + 30	terreno MOLTO CONSIST.	C <sub>u</sub> = 1,000 + 2,000 kg/cm <sup>2</sup>
N <sub>spt</sub> > 30	terreno ESTREMA CONSIST.	C <sub>u</sub> > 2,000 kg/cm <sup>2</sup>

N.B.: correlazioni scarsamente affidabili, considerate le caratteristiche della prova SPT (di tipo dinamico)

N<sub>spt</sub> -> γ (PESO DI VOLUME) (Terreni coesivi)

γ<sub>sat</sub>[Nm<sup>-3</sup>]= peso di volume saturo    γ<sub>d</sub>[Nm<sup>-3</sup>]= peso di volume secco    W = umidità %    e = indice vuoti

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e<sub>max</sub> = 1 e<sub>min</sub> = 1/3 G = 2,65]

N <sub>spt</sub>	γ <sub>sat</sub>	γ <sub>d</sub>	N <sub>spt</sub>	γ <sub>sat</sub>	γ <sub>d</sub>	N <sub>spt</sub>	γ <sub>sat</sub>	γ <sub>d</sub>	N <sub>spt</sub>	γ <sub>sat</sub>	γ <sub>d</sub>
0	1,83	1,33	25	2,02	1,64	50	2,15	1,85	75	2,20	1,93
5	1,88	1,41	30	2,05	1,69	55	2,16	1,87	80	2,21	1,95
10	1,93	1,50	35	2,08	1,73	60	2,17	1,88	85	2,23	1,97
15	1,96	1,54	40	2,10	1,77	65	2,18	1,90	90	2,24	1,99
20	1,99	1,59	45	2,13	1,81	70	2,19	1,92	95	2,24	1,99

## CORRELAZIONE N<sub>spt</sub> - PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) ( $\rho_{\text{specifico}} = G = 2.70$ )

N <sub>spt</sub>	Y <sub>sat</sub>	W%	e	N <sub>spt</sub>	Y <sub>sat</sub>	W%	e	N <sub>spt</sub>	Y <sub>sat</sub>	W%	e
0	1,60	68	1,833	10	1,90	33	0,892	20	2,02	25	0,667
2	1,75	47	1,267	12	1,92	31	0,842	22	2,04	23	0,628
4	1,80	42	1,125	14	1,95	29	0,795	24	2,07	22	0,591
6	1,85	37	1,000	16	1,97	28	0,750	26	2,09	21	0,556
8	1,87	35	0,945	18	2,00	26	0,708	28	2,10	20	0,545

N.B.: Correlazioni scarsamente affidabili soprattutto per terreni coesivi !

## PENETROMETRI DINAMICI

### NOTE ILLUSTRATIVE - DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ), misurando il numero di colpi  $N$  necessari.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

- peso massa battente  $M$
- altezza libera caduta  $H$
- punta conica : diametro base cono  $D$  , area base  $A$  (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici) .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso  $M$  della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)      - tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)      - tipo SUPERPESANTE (DPSH) .

### NOTE ILLUSTRATIVE - DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici :

T i p o	Sigla di riferimento	peso della massa battente $M$ (kg)	prof.max indagine
Leggero	DPL (Light)	$M < 10$	8 m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M > 60$	> 25 m

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

### PENETROMETRI in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A = 10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A = 10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H = 0.75$  m, avanzamento  $\delta = 30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A = 20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento : previsto secondo precise indicazioni
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente  $M = 63.5$  kg, altezza caduta  $H = 0.75$  m, avanzamento  $\delta = 20-30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .



ESAME RISULTATI SPERIMENTALI - CORRELAZIONI - BIBLIOGRAFIA

PENETROMETRO DINAMICO LEGGERO (DPL) - Standard ISSMFE

Presumendo la presenza di rivestimento o iniezioni di fango (Standard ISSMFE), Borowczyk e Frankowsky (1981) forniscono (per terreni granulari) relazioni fra il numero di colpi della prova DPL - Standard (N10), il numero di colpi della prova SPT (Nspt) e la densità relativa Dr% del materiale :

$$Dr \% = 42.9 \log N10(DPL) + 7.1 = 44.1 \log Nspt + 11.8, \quad \text{da cui si ricava :}$$

N10(DPL)	Nspt	$\beta = Nspt/N10$	Dr%	N10(DPL)	Nspt	$\beta = Nspt/N10$	Dr%
1	0.78	0.78	7	10	7.35	0.73	50
2	1.54	0.77	20	20	14.42	0.72	63
3	2.28	0.76	28	30	21.40	0.71	70
4	3.01	0.75	33	40	28.31	0.71	76
5	3.74	0.75	37	50	35.17	0.70	80

Per N10(DPL) variabile fra 3 e 50 colpi, dalla tabella suddetta si rileva :

$$\beta = 0.70 + 0.76 \quad Nspt = 0.70 + 0.76 \quad N10(DPL) .$$

Tenuto conto delle caratteristiche della prova ( M = 10kg H = 50cm A = 10cm<sup>2</sup>  $\delta$  = 10cm ), si ricava un'energia specifica per colpo Q(DPL) = MH/(A $\delta$ ) = 5.00 kg/cm<sup>2</sup>, che raffrontata alla corrispondente energia teorica della prova SPT (Qspt = 7.83kg/cm<sup>2</sup>), fornisce un coefficiente teorico di energia :

$$\beta_t = Q(DPL) / Qspt = 0.64, \quad \text{prossimo al valore sperimentale ( } \beta = 0.70 + 0.76).$$

PENETROMETRO DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (medio secondo classif. ISSMFE)

Differisce sia dal DPL che dal DPM Standard ISSMFE.

Vannelli e Benassi (1983), da prove effettuate in diverse località (per terreni di varia natura), evidenziano la seguente corrispondenza fra il numero di colpi Nspt e il numero di colpi N10 del penetrometro dinamico medio-leggero italiano:

$$DL-30 \text{ (avanzamento 10 cm)} : 0.7 + 0.8 \quad Nspt \leq N10(DL-30) \leq 1.2 \quad Nspt \Rightarrow 0.83 \leq \beta = Nspt/N10(DL-30) \leq 1.43 .$$

Più in particolare rilevano :

terreni prevalentemente coesivi :

$$N10(DL-30) \geq 0.7 + 0.8 \quad Nspt \Rightarrow \beta = Nspt/N10(DL-30) \leq 1.25 + 1.43 \quad \text{per } N10 = 8 + 14$$

$$N10(DL-30) \geq 0.8 + 1.0 \quad Nspt \Rightarrow \beta = Nspt/N10(DL-30) \leq 1.00 + 1.25 \quad \text{per } N10 = 14 + 18$$

terreni prevalentemente granulari :

$$N10(DL-30) \geq 0.95 + 1.0 \quad Nspt \Rightarrow \beta = Nspt/N10(DL-30) \leq 1.00 + 1.05 \quad \text{per } N10 = 8 + 15$$

$$N10(DL-30) \geq 1.0 + 1.2 \quad Nspt \Rightarrow \beta = Nspt/N10(DL-30) \leq 0.83 + 1.00 \quad \text{per } N10 = 14 + 30$$

In via di prima approssimazione propongono :  $Nspt \approx N10(DL-30)$  ( $\beta \approx 1$ ).

Tenuto conto delle caratteristiche della prova (M=30kg H=20cm A=10cm<sup>2</sup>  $\delta$ =10cm), si ricava un'energia teorica specifica per colpo Q(DL-30)=MH/(A $\delta$ )=6.00 kg/cm<sup>2</sup> che raffrontata alla corrispondente energia della prova SPT (Qspt = 7.83kg/cm<sup>2</sup>) fornisce un coefficiente teorico di energia :

$$\beta_t = Q(DL-30) / Qspt = 0.77, \quad \text{non lontano dal valore sperimentale ( } \beta \approx 1).$$

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**DIN1**



**DIN1**





DIN1



DIN1





DIN2



DIN2





DIN2



DIN2





DIN3



DIN3





**DIN3**



**DIN3**





**DIN4**



**DIN4**





DIN4



DIN4





**DIN5**



**DIN5**





DIN5



DIN5



DIN6



DIN6





DIN6



DIN6





DIN7



DIN7



DIN7



DIN7





DIN8



DIN8





DIN8



DIN8



DIN9



DIN9





**DIN9**



**DIN9**





**DIN10**



**DIN10**



**DIN10**



**DIN10**



Comune di di Agrigento

Provincia di Agrigento

Oggetto :

OPERE DI RISTRUTTURAZIONE ED AUTOMAZIONE RETE IDRICA DI  
COMUNE DI AGRIGENTO

Stazione appaltante :

## COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

INDAGINI SISMICHE E GEOGNOSTICHE ESECUTIVE

IL GEOLOGO



N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
1	1	<p>20.1.8.1.1</p> <p>Prova sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh generate con idonei sistemi e registrate con 12 - 24 geofoni verticali aventi diverso periodo di oscillazione (10 Hz, 4.5 Hz) disposti secondo geometria lineare ed "offset" non inferiore a 3 volte il G-spacing e collegati ad un sismografo multicanale a memoria incrementale. Compreso l'analisi dei dati nel dominio F-K (frequency-wave number) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh redatti in grafici Vfase - Hz, l'inversione del modello di rigidità del sottosuolo fino a raggiungimento del miglior "fitting" tra i dati sperimentali e teorici, la relazione riepilogativa contenente: le procedure di esecuzione della prova, grafici di acquisizione (serie temporali), Vfase - Hz, restituzione di profili Vs del sottosuolo.</p> <p>Approntamento ed installazione della attrezzatura in ciascuna linea di sondaggio sismico MASW.</p> <p>N° 13</p>	13,000		
		SOMMANO cad =	13,000	248,00	3.224,00
2	2	<p>20.1.8.1.2</p> <p>Prova sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh generate con idonei sistemi e registrate con 12 - 24 geofoni verticali aventi diverso periodo di oscillazione (10 Hz, 4.5 Hz) disposti secondo geometria lineare ed "offset" non inferiore a 3 volte il G-spacing e collegati ad un sismografo multicanale a memoria incrementale. Compreso l'analisi dei dati nel dominio F-K (frequency-wave number) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh redatti in grafici Vfase - Hz, l'inversione del modello di rigidità del sottosuolo fino a raggiungimento del miglior "fitting" tra i dati sperimentali e teorici, la relazione riepilogativa contenente: le procedure di esecuzione della prova, grafici di acquisizione (serie temporali), Vfase - Hz, restituzione di profili Vs del sottosuolo.</p> <p>per ogni sondaggio MASW completo.</p> <p>N° 13</p>	13,000		
		SOMMANO cad =	13,000	639,90	8.318,70
3	3	<p>20.4.2.2</p> <p>Installazione del penetrometro in corrispondenza di ciascun punto di prova, compresa la preparazione della piazzola, il montaggio e lo smontaggio ed il trasporto da un foro al successivo:</p> <p>di tipo dinamico</p> <p>- per ogni installazione</p> <p>N° 10</p>	10,000		
		SOMMANO cad. =	10,000	97,10	971,00
4	4	<p>20.4.4.1</p> <p>Prova penetrometrica dinamica continua (SCPT o DPSH) eseguita con penetrometro provvisto di massa battente fino a 73 kg, corredato di dispositivo per lo sganciamento automatico, altezza massima di caduta 75 cm, compreso il profilo e la relazione illustrativa:</p> <p>per profondità comprese tra 0,00 e 15,00 m</p> <p>ml 53</p>	53,000		
		SOMMANO m =	53,000	27,80	1.473,40
		A RIPORTARE			13.987,10

## RIEPILOGO CAPITOLI

Pag.

Importo Paragr.

Importo subCap.

IMPORTO

1

13.987,10

**Importo complessivo dei lavori**

€

**13.987,10**

IL GEOLOGO