



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



**comune di
PRATO**
Codice Fiscale: 84006890481

Progetto:

NUOVO IMPIANTO SPORTIVO PAPERINO - LOTTO II
CUP: C31B21000590004

Titolo:

INDAGINI GEOLOGICHE E SISMICHE

Fase:

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Servizio:	Edilizia Scolastica e Sportiva
Dirigente del Servizio:	Arch. Laura Magni
Responsabile Unico del Procedimento:	Geom. Santino Carioscia

Progettisti:

Progetto
Architettonico: **Geom. Santino Carioscia**
Arch. Laura Benfante

Elaborato: A 01 - Indagini Geologiche e Sismiche

Spazio riservato agli uffici:

Data: **Maggio 2022**

COMUNE DI PRATO

PROGETTO PER IL NUOVO IMPIANTO SPORTIVO "PAPERINO" IN VIA LILLE

Progetto: Arch. Francesco Procopio

Oggetto:

FASCICOLO DELLE INDAGINI IN SITO

(ai sensi del D.M. 17.01.2018: «Norme tecniche per le Costruzioni», del D.G.R. N°387 del 11.05.2009,
nonché della D.P.G.R n°36R del 09.07.2009)

GEODINAMICA

STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO

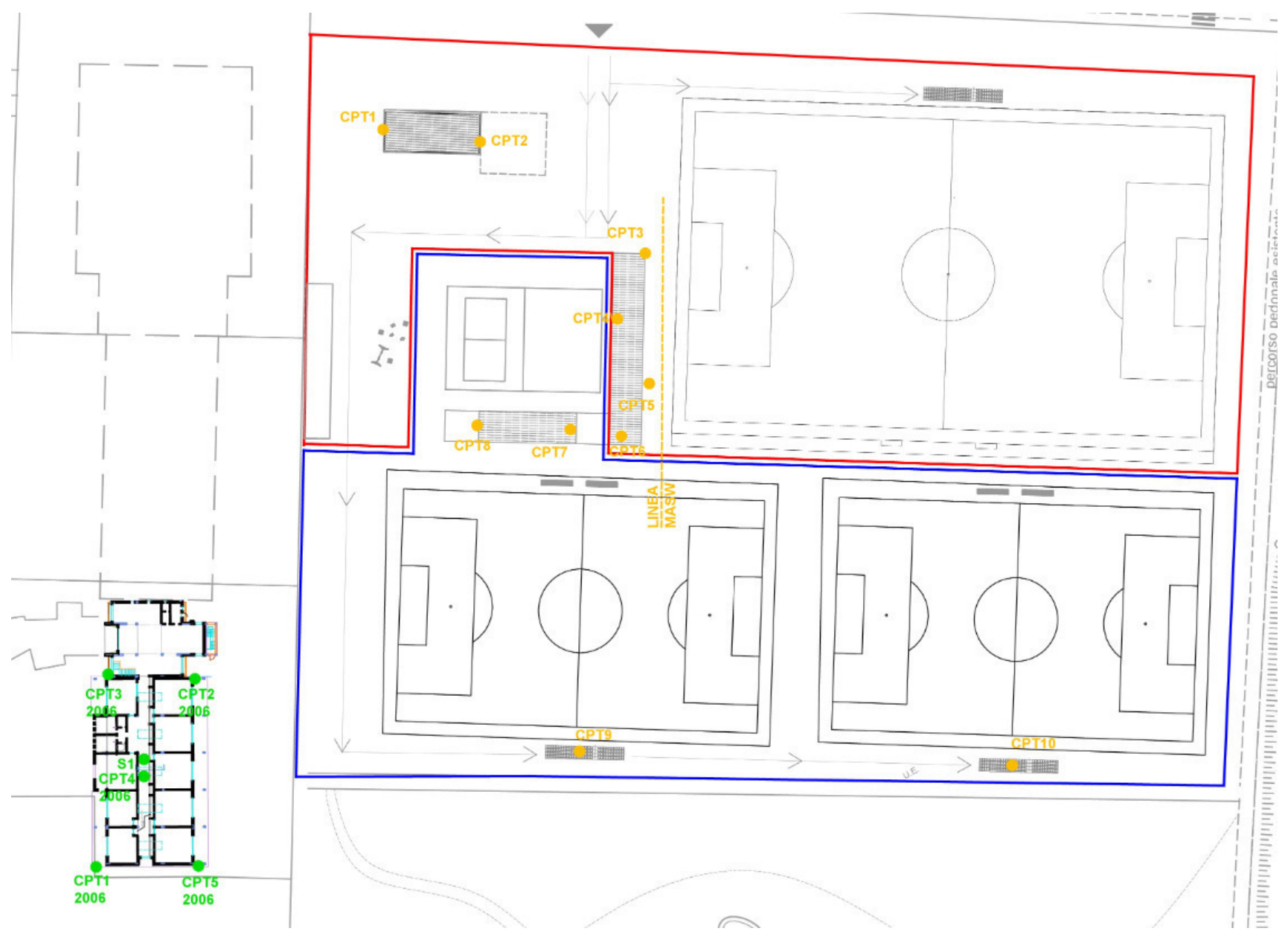
di Calò J.G., Checcucci R., Scotti A.

GEOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA
GEOLOGIA AMBIENTALE

Via Giovanni Giolitti n°34, 50136 FIRENZE
e-mail: geodinamica3@gmail.com

tel. / fax 055/6505157
web: <http://geodinamica.weebly.com/>

data:
gennaio 2019



Ubicazione delle indagini geognostiche eseguite (arancio) e di quelle disponibili (verde) (scala indicativa)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	0,67	----	4,40	28,0	61,0	28,0	1,93	14,0
0,40	9,0	19,0	9,0	1,13	8,0	4,60	31,0	60,0	31,0	2,20	14,0
0,60	14,0	31,0	14,0	0,80	17,0	4,80	23,0	56,0	23,0	1,93	12,0
0,80	48,0	60,0	48,0	2,93	16,0	5,00	17,0	46,0	17,0	1,53	11,0
1,00	68,0	112,0	68,0	4,47	15,0	5,20	17,0	40,0	17,0	1,33	13,0
1,20	85,0	152,0	85,0	6,00	14,0	5,40	13,0	33,0	13,0	0,47	28,0
1,40	85,0	175,0	85,0	5,13	17,0	5,60	10,0	17,0	10,0	0,53	19,0
1,60	68,0	145,0	68,0	5,07	13,0	5,80	8,0	16,0	8,0	0,53	15,0
1,80	45,0	121,0	45,0	3,20	14,0	6,00	7,0	15,0	7,0	0,47	15,0
2,00	41,0	89,0	41,0	3,60	11,0	6,20	6,0	13,0	6,0	0,47	13,0
2,20	31,0	85,0	31,0	3,20	10,0	6,40	5,0	12,0	5,0	0,67	7,0
2,40	22,0	70,0	22,0	2,53	9,0	6,60	7,0	17,0	7,0	1,40	5,0
2,60	21,0	59,0	21,0	1,80	12,0	6,80	12,0	33,0	12,0	0,80	15,0
2,80	20,0	47,0	20,0	1,53	13,0	7,00	9,0	21,0	9,0	3,13	3,0
3,00	17,0	40,0	17,0	1,40	12,0	7,20	68,0	115,0	68,0	4,93	14,0
3,20	19,0	40,0	19,0	1,80	11,0	7,40	190,0	264,0	190,0	5,40	35,0
3,40	19,0	46,0	19,0	1,80	11,0	7,60	210,0	291,0	210,0	6,53	32,0
3,60	25,0	52,0	25,0	1,93	13,0	7,80	302,0	400,0	302,0	7,00	43,0
3,80	23,0	52,0	23,0	1,93	12,0	8,00	225,0	330,0	225,0	9,33	24,0
4,00	26,0	55,0	26,0	2,00	13,0	8,20	310,0	450,0	310,0	-----	----
4,20	29,0	59,0	29,0	2,20	13,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	1,53	----	4,80	29,0	52,0	29,0	1,80	16,0
0,40	34,0	57,0	34,0	2,67	13,0	5,00	28,0	55,0	28,0	1,67	17,0
0,60	58,0	98,0	58,0	3,73	16,0	5,20	20,0	45,0	20,0	1,67	12,0
0,80	72,0	128,0	72,0	6,00	12,0	5,40	19,0	44,0	19,0	1,27	15,0
1,00	65,0	155,0	65,0	6,73	10,0	5,60	17,0	36,0	17,0	1,20	14,0
1,20	32,0	133,0	32,0	3,27	10,0	5,80	10,0	28,0	10,0	0,80	12,0
1,40	84,0	133,0	84,0	5,27	16,0	6,00	11,0	23,0	11,0	0,40	27,0
1,60	59,0	138,0	59,0	5,67	10,0	6,20	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0
1,80	45,0	130,0	45,0	3,40	13,0	6,40	6,0	11,0	6,0	0,93	6,0
2,00	42,0	93,0	42,0	4,13	10,0	6,60	15,0	29,0	15,0	1,33	11,0
2,20	36,0	98,0	36,0	4,47	8,0	6,80	15,0	35,0	15,0	1,00	15,0
2,40	34,0	101,0	34,0	5,20	7,0	7,00	10,0	25,0	10,0	0,47	21,0
2,60	32,0	110,0	32,0	3,47	9,0	7,20	9,0	16,0	9,0	2,87	3,0
2,80	26,0	78,0	26,0	2,40	11,0	7,40	35,0	78,0	35,0	2,93	12,0
3,00	24,0	60,0	24,0	2,20	11,0	7,60	124,0	168,0	124,0	1,73	72,0
3,20	22,0	55,0	22,0	2,07	11,0	7,80	186,0	212,0	186,0	3,73	50,0
3,40	19,0	50,0	19,0	2,07	9,0	8,00	74,0	130,0	74,0	4,00	18,0
3,60	21,0	52,0	21,0	1,87	11,0	8,20	163,0	223,0	163,0	2,60	63,0
3,80	19,0	47,0	19,0	2,00	10,0	8,40	196,0	235,0	196,0	4,07	48,0
4,00	18,0	48,0	18,0	1,20	15,0	8,60	82,0	143,0	82,0	7,40	11,0
4,20	23,0	41,0	23,0	2,13	11,0	8,80	189,0	300,0	189,0	8,00	24,0
4,40	25,0	57,0	25,0	2,00	12,0	9,00	300,0	420,0	300,0	-----	----
4,60	21,0	51,0	21,0	1,53	14,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	1,60	----	4,40	23,0	45,0	23,0	1,80	13,0
0,40	21,0	45,0	21,0	2,00	10,0	4,60	20,0	47,0	20,0	1,67	12,0
0,60	68,0	98,0	68,0	5,07	13,0	4,80	23,0	48,0	23,0	1,73	13,0
0,80	78,0	154,0	78,0	4,40	18,0	5,00	29,0	55,0	29,0	1,67	17,0
1,00	74,0	140,0	74,0	4,80	15,0	5,20	26,0	51,0	26,0	1,33	19,0
1,20	88,0	160,0	88,0	5,67	16,0	5,40	17,0	37,0	17,0	1,00	17,0
1,40	131,0	216,0	131,0	7,53	17,0	5,60	18,0	33,0	18,0	1,00	18,0
1,60	111,0	224,0	111,0	8,20	14,0	5,80	14,0	29,0	14,0	0,73	19,0
1,80	75,0	198,0	75,0	6,60	11,0	6,00	12,0	23,0	12,0	0,73	16,0
2,00	66,0	165,0	66,0	7,00	9,0	6,20	11,0	22,0	11,0	0,47	24,0
2,20	47,0	152,0	47,0	5,87	8,0	6,40	13,0	20,0	13,0	0,73	18,0
2,40	31,0	119,0	31,0	4,80	6,0	6,60	9,0	20,0	9,0	0,87	10,0
2,60	25,0	97,0	25,0	3,60	7,0	6,80	16,0	29,0	16,0	1,33	12,0
2,80	22,0	76,0	22,0	2,60	8,0	7,00	17,0	37,0	17,0	1,27	13,0
3,00	21,0	60,0	21,0	2,13	10,0	7,20	8,0	27,0	8,0	0,67	12,0
3,20	19,0	51,0	19,0	1,80	11,0	7,40	8,0	18,0	8,0	0,73	11,0
3,40	18,0	45,0	18,0	1,60	11,0	7,60	9,0	20,0	9,0	1,80	5,0
3,60	17,0	41,0	17,0	1,20	14,0	7,80	104,0	131,0	104,0	4,40	24,0
3,80	17,0	35,0	17,0	1,33	13,0	8,00	186,0	252,0	186,0	6,40	29,0
4,00	20,0	40,0	20,0	1,40	14,0	8,20	264,0	360,0	264,0	6,00	44,0
4,20	21,0	42,0	21,0	1,47	14,0	8,40	330,0	420,0	330,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	0,60	----	5,00	28,0	58,0	28,0	1,87	15,0
0,40	36,0	45,0	36,0	2,27	16,0	5,20	32,0	60,0	32,0	1,87	17,0
0,60	44,0	78,0	44,0	3,13	14,0	5,40	20,0	48,0	20,0	1,80	11,0
0,80	104,0	151,0	104,0	5,53	19,0	5,60	23,0	50,0	23,0	1,13	20,0
1,00	136,0	219,0	136,0	7,53	18,0	5,80	19,0	36,0	19,0	1,07	18,0
1,20	137,0	250,0	137,0	9,00	15,0	6,00	17,0	33,0	17,0	0,93	18,0
1,40	133,0	268,0	133,0	8,67	15,0	6,20	15,0	29,0	15,0	1,00	15,0
1,60	110,0	240,0	110,0	8,53	13,0	6,40	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0
1,80	70,0	198,0	70,0	6,60	11,0	6,60	14,0	30,0	14,0	0,60	23,0
2,00	48,0	147,0	48,0	4,60	10,0	6,80	12,0	21,0	12,0	0,73	16,0
2,20	46,0	115,0	46,0	5,47	8,0	7,00	18,0	29,0	18,0	1,13	16,0
2,40	44,0	126,0	44,0	6,27	7,0	7,20	15,0	32,0	15,0	1,07	14,0
2,60	34,0	128,0	34,0	4,07	8,0	7,40	13,0	29,0	13,0	3,13	4,0
2,80	29,0	90,0	29,0	3,20	9,0	7,60	132,0	179,0	132,0	3,20	41,0
3,00	26,0	74,0	26,0	2,87	9,0	7,80	215,0	263,0	215,0	5,60	38,0
3,20	25,0	68,0	25,0	2,60	10,0	8,00	184,0	268,0	184,0	3,33	55,0
3,40	26,0	65,0	26,0	2,47	11,0	8,20	260,0	310,0	260,0	3,73	70,0
3,60	25,0	62,0	25,0	1,47	17,0	8,40	274,0	330,0	274,0	3,07	89,0
3,80	21,0	43,0	21,0	1,80	12,0	8,60	105,0	151,0	105,0	0,40	262,0
4,00	18,0	45,0	18,0	1,20	15,0	8,80	24,0	30,0	24,0	3,47	7,0
4,20	21,0	39,0	21,0	1,87	11,0	9,00	78,0	130,0	78,0	2,73	29,0
4,40	22,0	50,0	22,0	2,33	9,0	9,20	164,0	205,0	164,0	6,00	27,0
4,60	24,0	59,0	24,0	2,00	12,0	9,40	228,0	318,0	228,0	4,67	49,0
4,80	26,0	56,0	26,0	2,00	13,0	9,60	330,0	400,0	330,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	0,93	----	5,00	29,0	55,0	29,0	2,00	14,0
0,40	47,0	61,0	47,0	2,20	21,0	5,20	25,0	55,0	25,0	1,27	20,0
0,60	37,0	70,0	37,0	1,87	20,0	5,40	23,0	42,0	23,0	1,40	16,0
0,80	53,0	81,0	53,0	3,33	16,0	5,60	19,0	40,0	19,0	0,93	20,0
1,00	60,0	110,0	60,0	4,80	12,0	5,80	16,0	30,0	16,0	0,87	18,0
1,20	84,0	156,0	84,0	5,40	16,0	6,00	12,0	25,0	12,0	0,60	20,0
1,40	44,0	125,0	44,0	3,47	13,0	6,20	11,0	20,0	11,0	0,93	12,0
1,60	28,0	80,0	28,0	2,67	10,0	6,40	13,0	27,0	13,0	0,67	19,0
1,80	28,0	68,0	28,0	2,60	11,0	6,60	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0
2,00	26,0	65,0	26,0	3,13	8,0	6,80	10,0	20,0	10,0	0,93	11,0
2,20	23,0	70,0	23,0	2,93	8,0	7,00	18,0	32,0	18,0	1,53	12,0
2,40	26,0	70,0	26,0	3,00	9,0	7,20	21,0	44,0	21,0	1,40	15,0
2,60	25,0	70,0	25,0	2,53	10,0	7,40	10,0	31,0	10,0	1,13	9,0
2,80	26,0	64,0	26,0	2,53	10,0	7,60	11,0	28,0	11,0	0,47	24,0
3,00	25,0	63,0	25,0	2,40	10,0	7,80	8,0	15,0	8,0	3,27	2,0
3,20	23,0	59,0	23,0	2,13	11,0	8,00	51,0	100,0	51,0	7,33	7,0
3,40	20,0	52,0	20,0	2,00	10,0	8,20	230,0	340,0	230,0	9,47	24,0
3,60	19,0	49,0	19,0	1,47	13,0	8,40	238,0	380,0	238,0	2,93	81,0
3,80	18,0	40,0	18,0	1,33	13,0	8,60	137,0	181,0	137,0	2,33	59,0
4,00	19,0	39,0	19,0	1,27	15,0	8,80	185,0	220,0	185,0	3,60	51,0
4,20	22,0	41,0	22,0	1,80	12,0	9,00	167,0	221,0	167,0	5,07	33,0
4,40	24,0	51,0	24,0	1,93	12,0	9,20	129,0	205,0	129,0	4,00	32,0
4,60	23,0	52,0	23,0	1,67	14,0	9,40	240,0	300,0	240,0	6,27	38,0
4,80	25,0	50,0	25,0	1,73	14,0	9,60	156,0	250,0	156,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 6

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	0,40	----	4,80	31,0	50,0	31,0	1,53	20,0
0,40	14,0	20,0	14,0	1,07	13,0	5,00	28,0	51,0	28,0	1,60	17,0
0,60	22,0	38,0	22,0	1,47	15,0	5,20	22,0	46,0	22,0	1,20	18,0
0,80	78,0	100,0	78,0	3,13	25,0	5,40	17,0	35,0	17,0	1,20	14,0
1,00	59,0	106,0	59,0	3,67	16,0	5,60	12,0	30,0	12,0	0,93	13,0
1,20	60,0	115,0	60,0	4,13	15,0	5,80	10,0	24,0	10,0	0,80	12,0
1,40	72,0	134,0	72,0	5,13	14,0	6,00	11,0	23,0	11,0	0,67	16,0
1,60	63,0	140,0	63,0	3,87	16,0	6,20	19,0	29,0	19,0	1,20	16,0
1,80	53,0	111,0	53,0	3,53	15,0	6,40	11,0	29,0	11,0	0,87	13,0
2,00	55,0	108,0	55,0	5,07	11,0	6,60	11,0	24,0	11,0	0,93	12,0
2,20	47,0	123,0	47,0	4,47	11,0	6,80	19,0	33,0	19,0	1,53	12,0
2,40	41,0	108,0	41,0	3,47	12,0	7,00	18,0	41,0	18,0	1,33	13,0
2,60	36,0	88,0	36,0	2,47	15,0	7,20	12,0	32,0	12,0	1,47	8,0
2,80	32,0	69,0	32,0	1,67	19,0	7,40	72,0	94,0	72,0	3,40	21,0
3,00	29,0	54,0	29,0	1,33	22,0	7,60	85,0	136,0	85,0	3,20	27,0
3,20	26,0	46,0	26,0	1,33	19,0	7,80	124,0	172,0	124,0	3,33	37,0
3,40	23,0	43,0	23,0	1,73	13,0	8,00	195,0	245,0	195,0	3,60	54,0
3,60	22,0	48,0	22,0	1,60	14,0	8,20	251,0	305,0	251,0	5,40	46,0
3,80	22,0	46,0	22,0	1,00	22,0	8,40	230,0	311,0	230,0	3,80	61,0
4,00	29,0	44,0	29,0	1,27	23,0	8,60	201,0	258,0	201,0	5,87	34,0
4,20	28,0	47,0	28,0	1,40	20,0	8,80	164,0	252,0	164,0	7,33	22,0
4,40	24,0	45,0	24,0	1,20	20,0	9,00	170,0	280,0	170,0	4,00	42,0
4,60	32,0	50,0	32,0	1,27	25,0	9,20	240,0	300,0	240,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 7

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	0,60	----	4,40	35,0	64,0	35,0	1,80	19,0
0,40	11,0	20,0	11,0	0,80	14,0	4,60	38,0	65,0	38,0	1,67	23,0
0,60	16,0	28,0	16,0	2,13	7,0	4,80	31,0	56,0	31,0	1,20	26,0
0,80	68,0	100,0	68,0	3,13	22,0	5,00	23,0	41,0	23,0	0,93	25,0
1,00	88,0	135,0	88,0	4,40	20,0	5,20	22,0	36,0	22,0	1,07	21,0
1,20	93,0	159,0	93,0	5,20	18,0	5,40	21,0	37,0	21,0	1,00	21,0
1,40	90,0	168,0	90,0	5,00	18,0	5,60	18,0	33,0	18,0	0,80	22,0
1,60	98,0	173,0	98,0	6,33	15,0	5,80	14,0	26,0	14,0	0,47	30,0
1,80	73,0	168,0	73,0	6,20	12,0	6,00	13,0	20,0	13,0	0,73	18,0
2,00	57,0	150,0	57,0	4,67	12,0	6,20	10,0	21,0	10,0	0,60	17,0
2,20	50,0	120,0	50,0	5,53	9,0	6,40	9,0	18,0	9,0	0,67	13,0
2,40	42,0	125,0	42,0	5,00	8,0	6,60	18,0	28,0	18,0	1,07	17,0
2,60	32,0	107,0	32,0	4,13	8,0	6,80	17,0	33,0	17,0	0,87	20,0
2,80	28,0	90,0	28,0	3,40	8,0	7,00	11,0	24,0	11,0	0,40	27,0
3,00	25,0	76,0	25,0	2,73	9,0	7,20	11,0	17,0	11,0	2,27	5,0
3,20	25,0	66,0	25,0	2,07	12,0	7,40	34,0	68,0	34,0	2,67	13,0
3,40	26,0	57,0	26,0	1,80	14,0	7,60	110,0	150,0	110,0	5,20	21,0
3,60	28,0	55,0	28,0	2,00	14,0	7,80	142,0	220,0	142,0	2,67	53,0
3,80	28,0	58,0	28,0	2,00	14,0	8,00	250,0	290,0	250,0	4,13	60,0
4,00	26,0	56,0	26,0	1,67	16,0	8,20	228,0	290,0	228,0	2,00	114,0
4,20	31,0	56,0	31,0	1,93	16,0	8,40	290,0	320,0	290,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 8

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	1,73	----	5,00	24,0	49,0	24,0	1,67	14,0
0,40	26,0	52,0	26,0	1,93	13,0	5,20	23,0	48,0	23,0	2,07	11,0
0,60	18,0	47,0	18,0	1,13	16,0	5,40	28,0	59,0	28,0	2,07	14,0
0,80	59,0	76,0	59,0	4,40	13,0	5,60	30,0	61,0	30,0	1,93	16,0
1,00	72,0	138,0	72,0	3,00	24,0	5,80	19,0	48,0	19,0	1,13	17,0
1,20	115,0	160,0	115,0	5,60	21,0	6,00	15,0	32,0	15,0	0,73	20,0
1,40	136,0	220,0	136,0	5,80	23,0	6,20	18,0	29,0	18,0	0,80	22,0
1,60	94,0	181,0	94,0	6,33	15,0	6,40	14,0	26,0	14,0	0,40	35,0
1,80	59,0	154,0	59,0	4,00	15,0	6,60	13,0	19,0	13,0	0,47	28,0
2,00	59,0	119,0	59,0	4,00	15,0	6,80	14,0	21,0	14,0	0,80	17,0
2,20	51,0	111,0	51,0	3,93	13,0	7,00	15,0	27,0	15,0	0,67	22,0
2,40	44,0	103,0	44,0	5,27	8,0	7,20	27,0	37,0	27,0	1,33	20,0
2,60	35,0	114,0	35,0	3,67	10,0	7,40	14,0	34,0	14,0	0,80	17,0
2,80	27,0	82,0	27,0	3,27	8,0	7,60	12,0	24,0	12,0	1,67	7,0
3,00	24,0	73,0	24,0	2,47	10,0	7,80	16,0	41,0	16,0	5,27	3,0
3,20	22,0	59,0	22,0	2,13	10,0	8,00	141,0	220,0	141,0	2,20	64,0
3,40	20,0	52,0	20,0	1,73	12,0	8,20	92,0	125,0	92,0	2,87	32,0
3,60	22,0	48,0	22,0	1,33	16,0	8,40	210,0	253,0	210,0	4,20	50,0
3,80	22,0	42,0	22,0	1,53	14,0	8,60	197,0	260,0	197,0	3,13	63,0
4,00	20,0	43,0	20,0	1,20	17,0	8,80	238,0	285,0	238,0	7,40	32,0
4,20	20,0	38,0	20,0	1,20	17,0	9,00	172,0	283,0	172,0	6,60	26,0
4,40	22,0	40,0	22,0	1,33	16,0	9,20	135,0	234,0	135,0	2,47	55,0
4,60	25,0	45,0	25,0	2,00	12,0	9,40	157,0	194,0	157,0	1,87	84,0
4,80	24,0	54,0	24,0	1,67	14,0	9,60	212,0	240,0	212,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

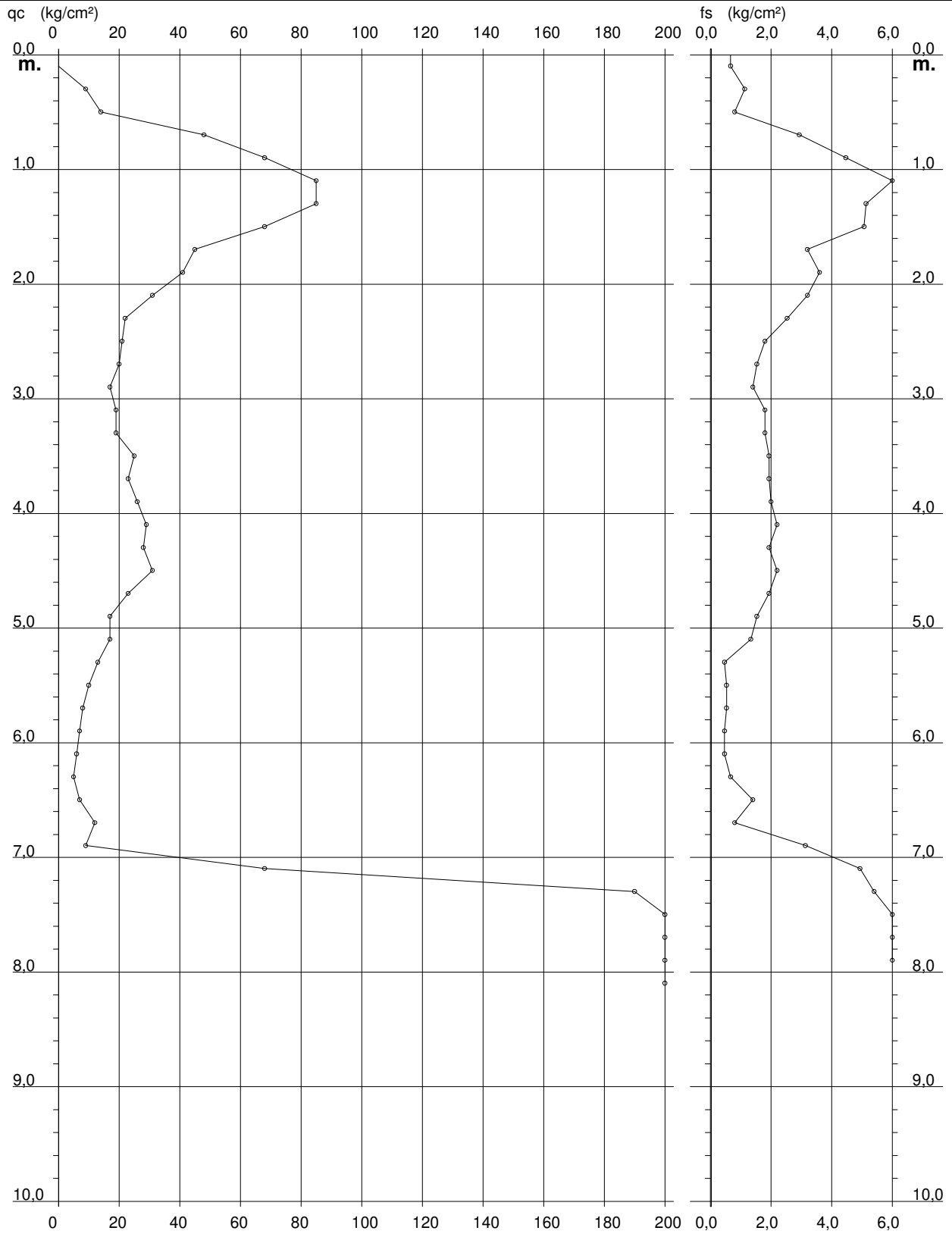
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



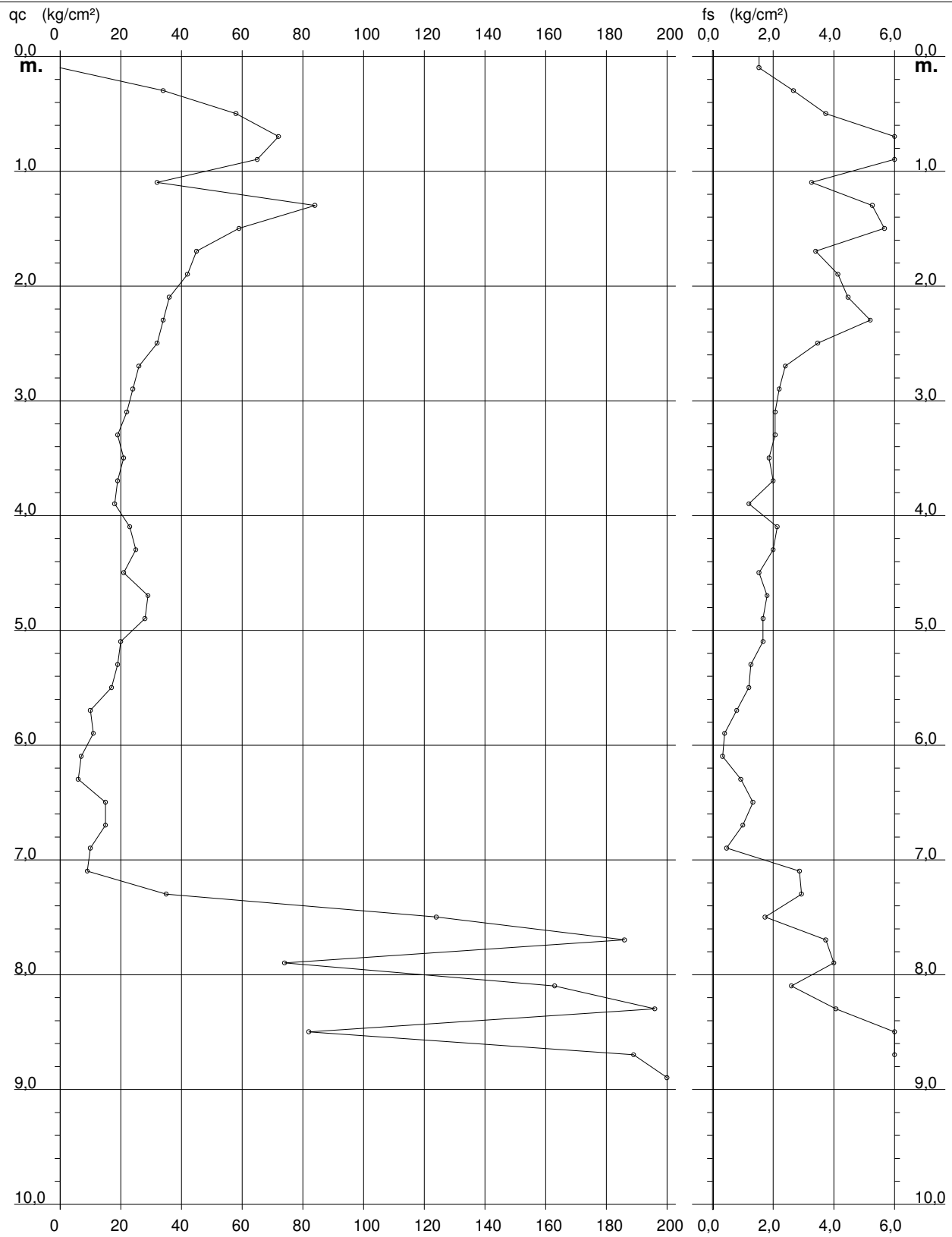
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



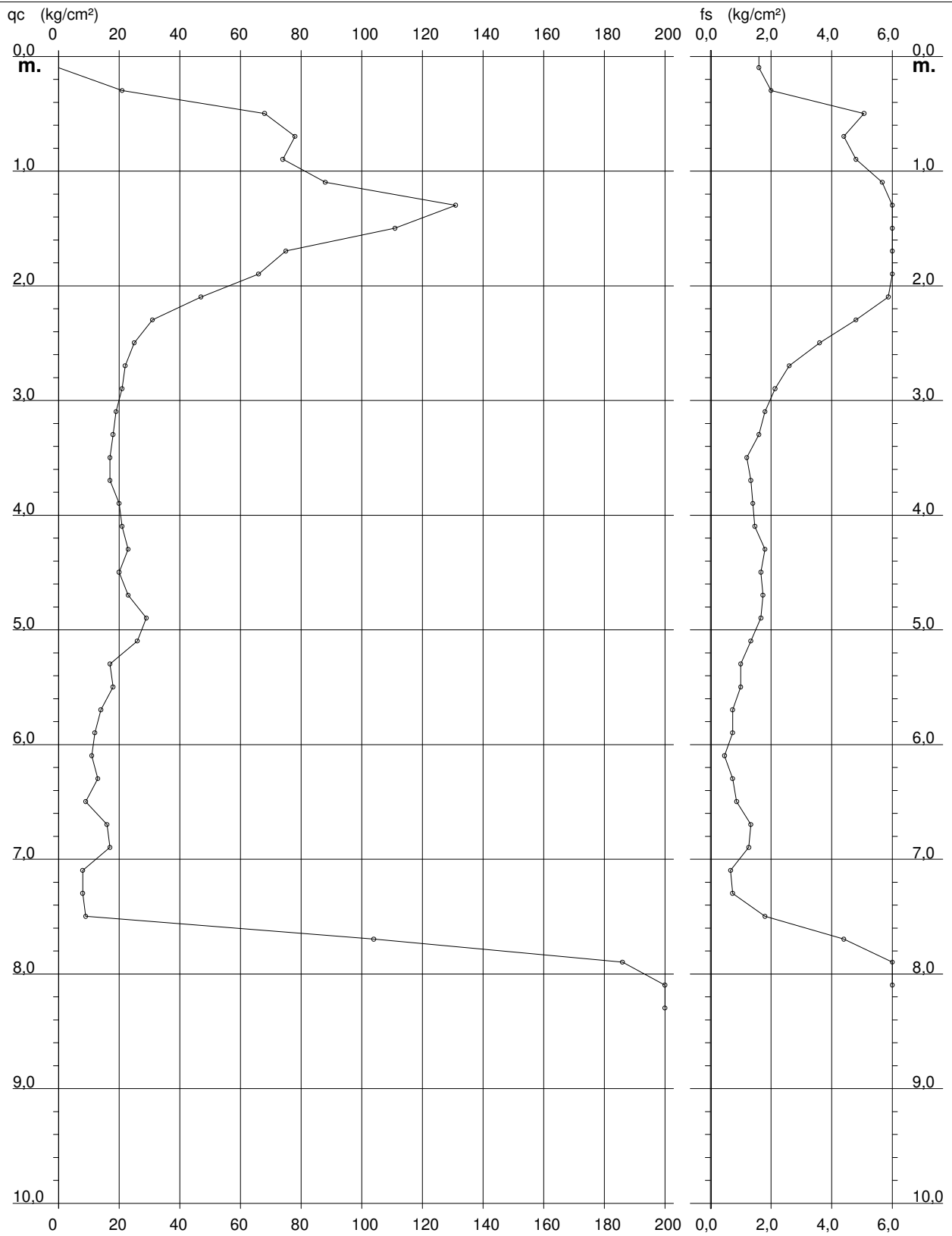
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



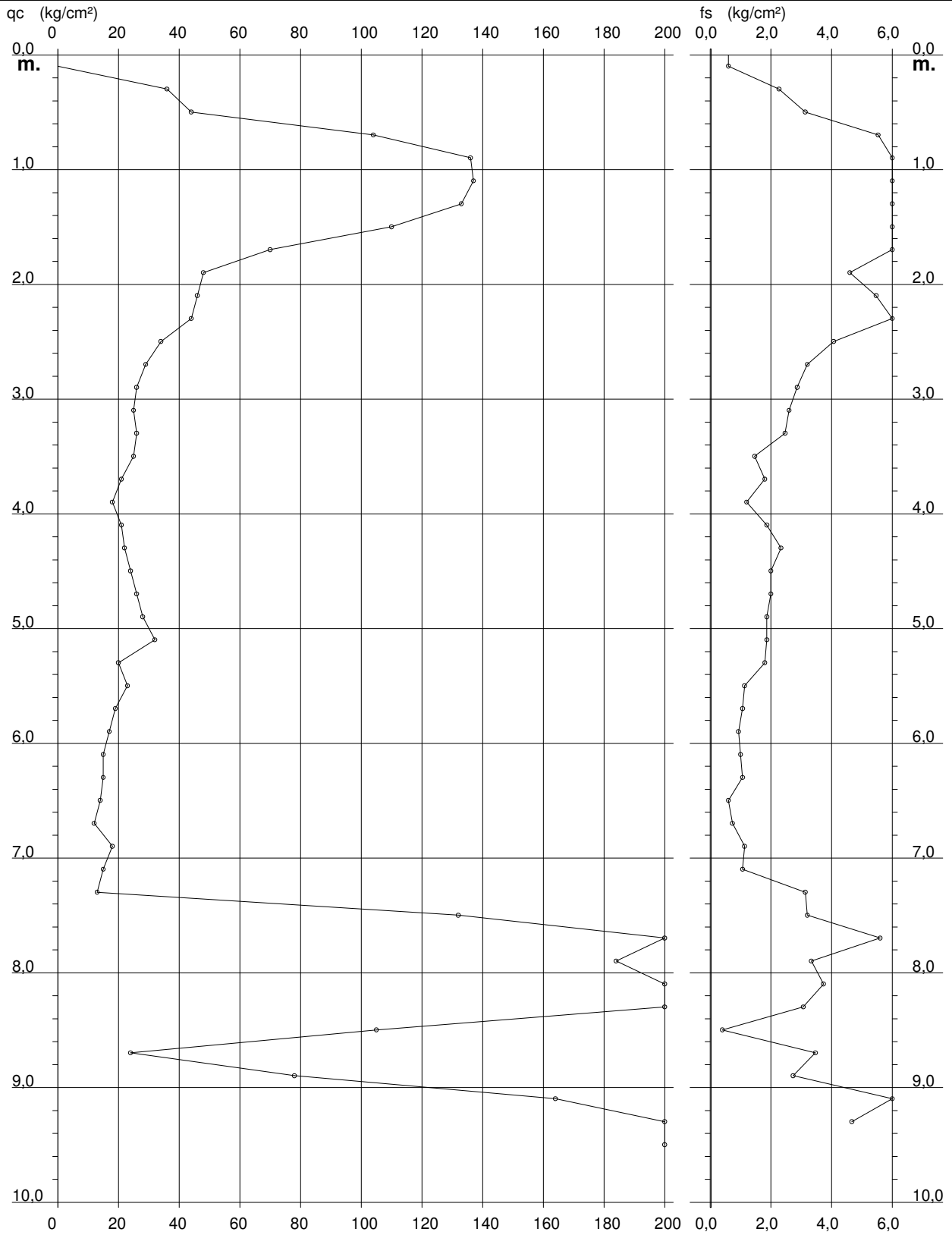
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



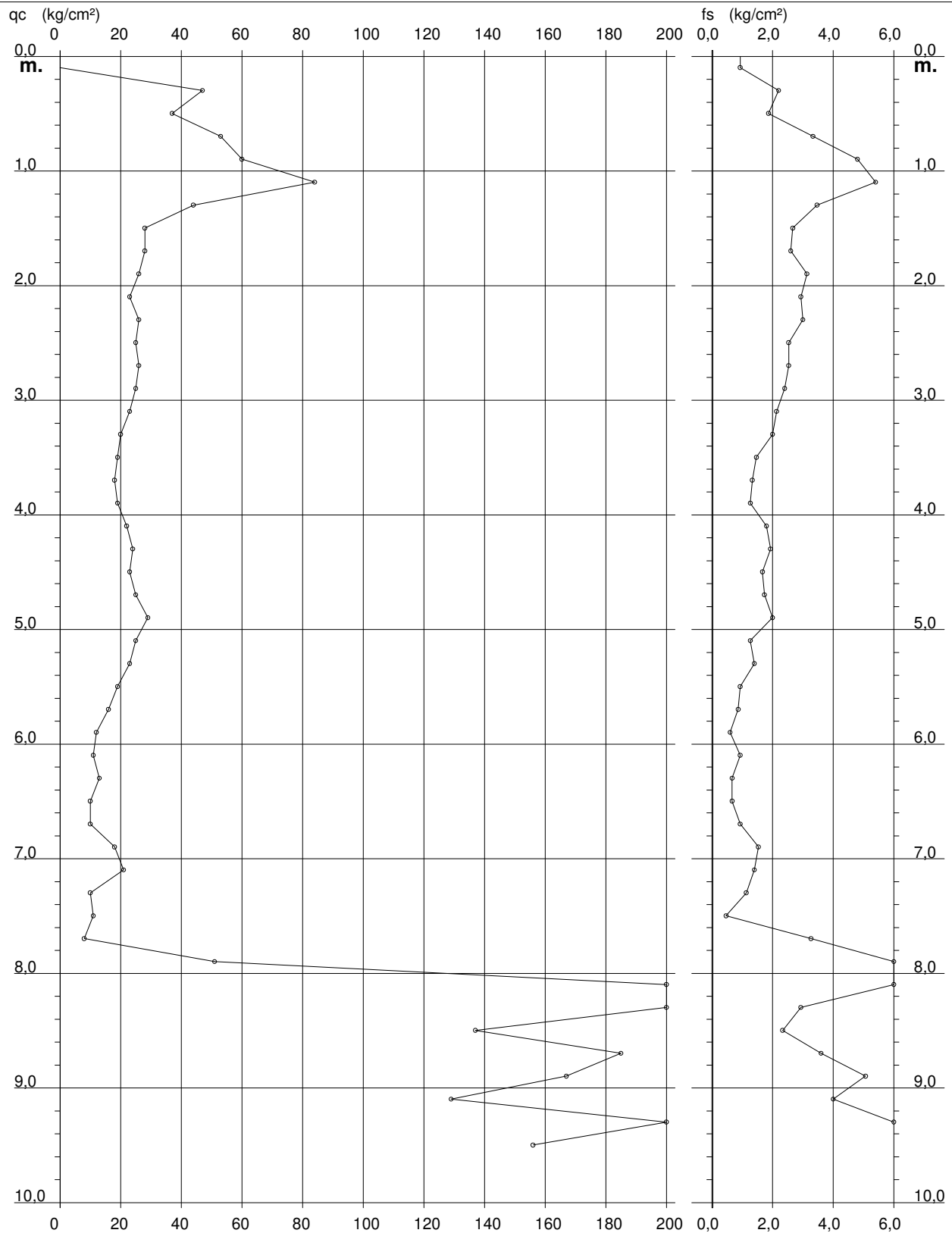
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
- lavoro :
- località : Via Como - Prato

- data : 11/12/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



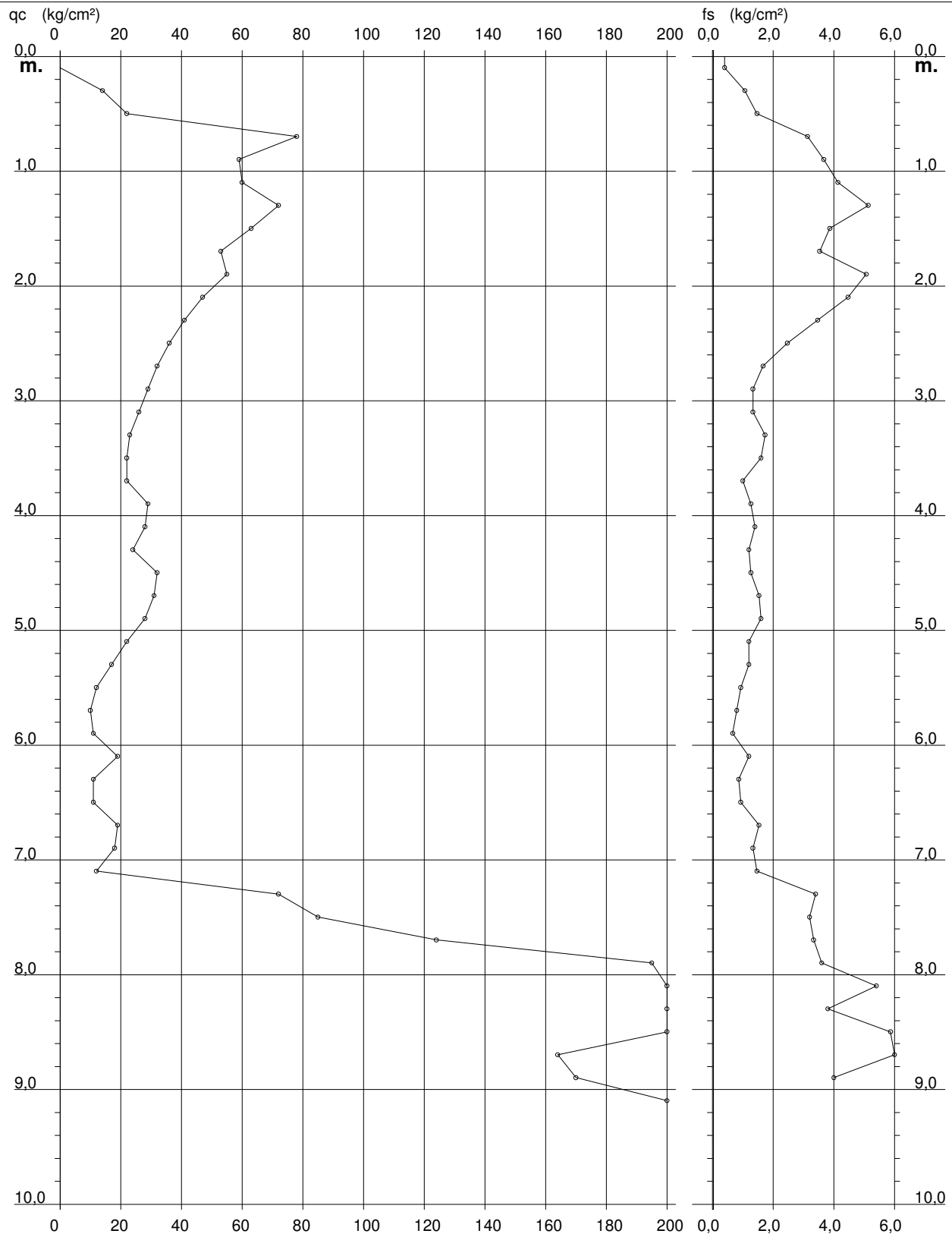
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



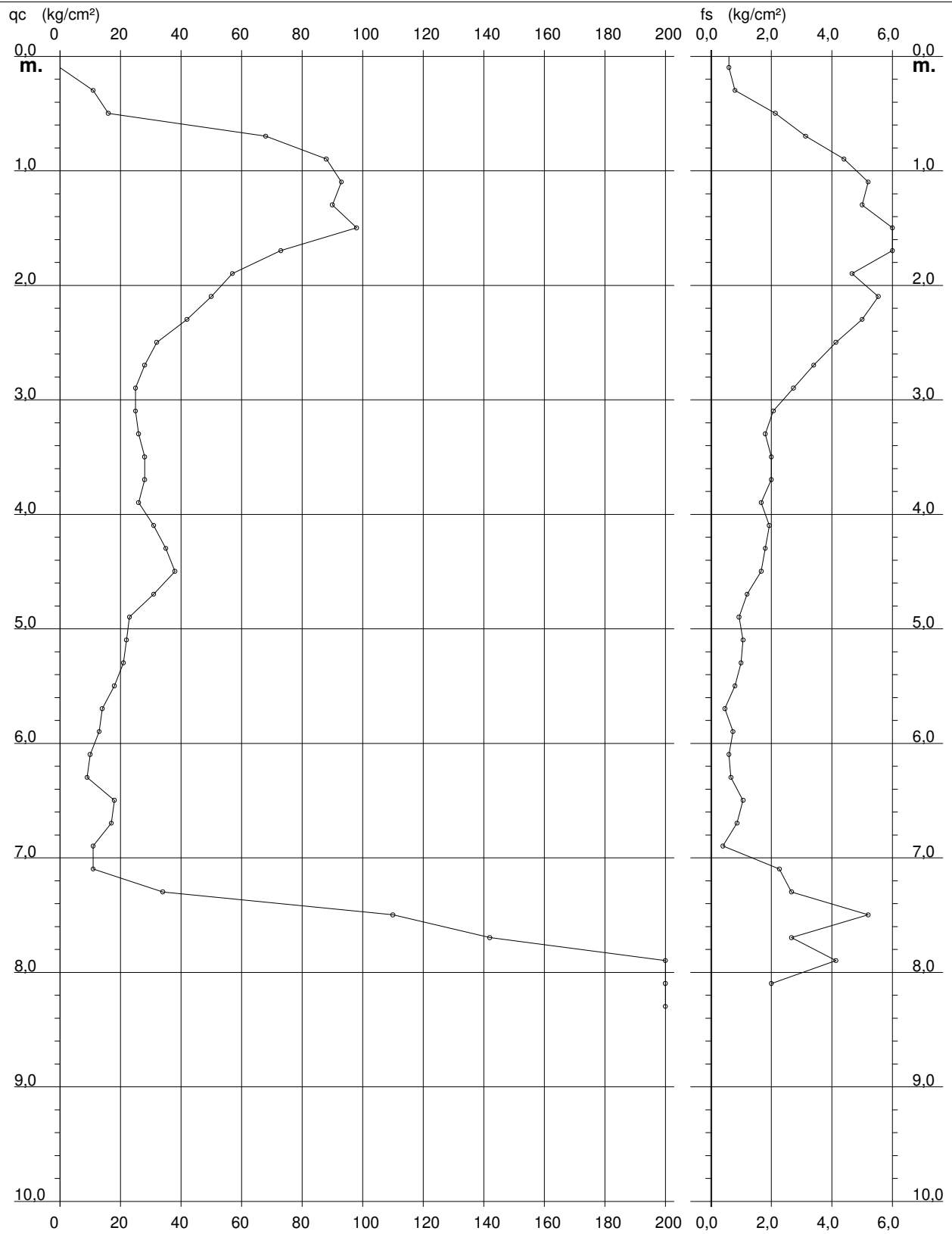
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 7

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
- lavoro :
- località : Via Como - Prato

- data : 11/12/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



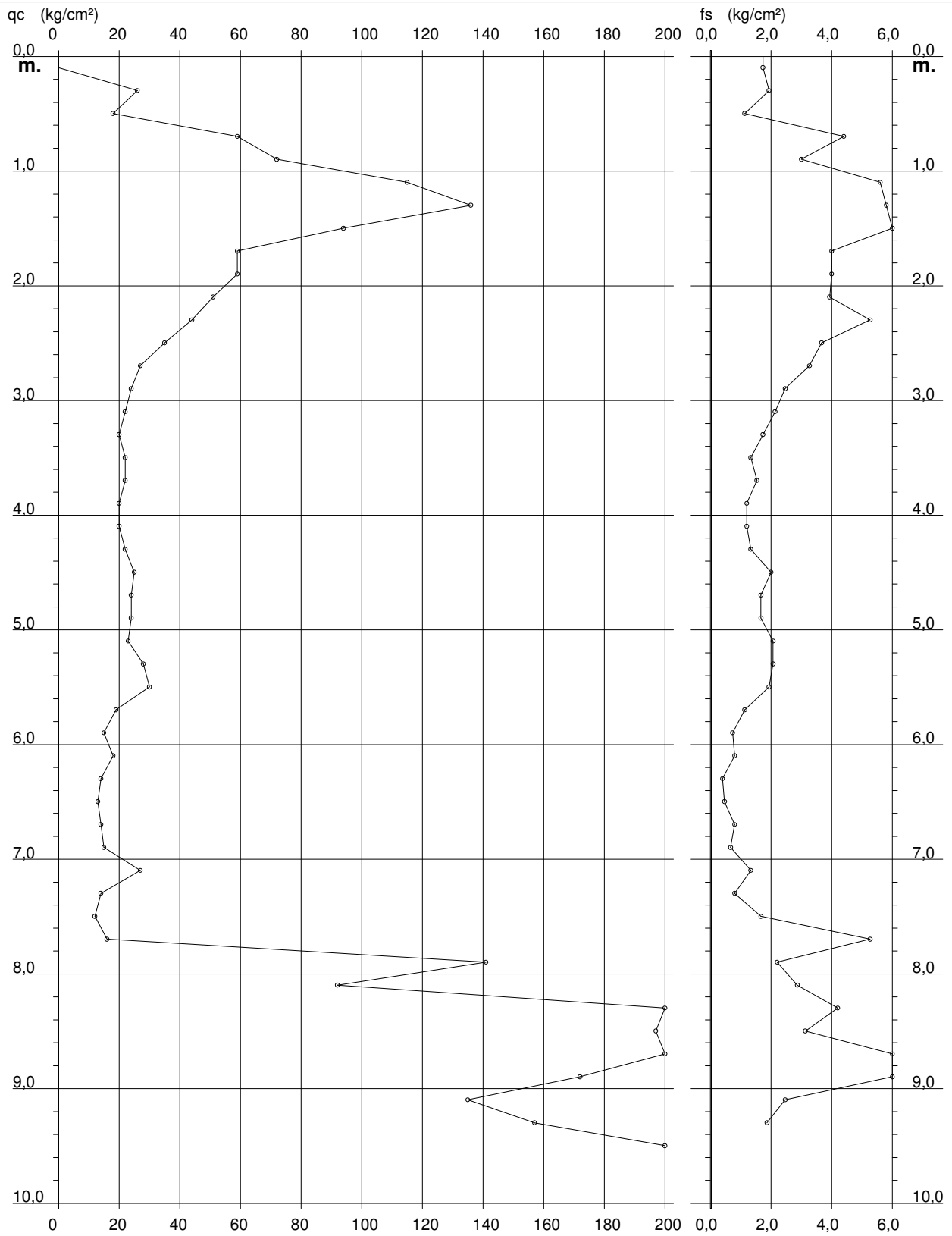
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 8

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



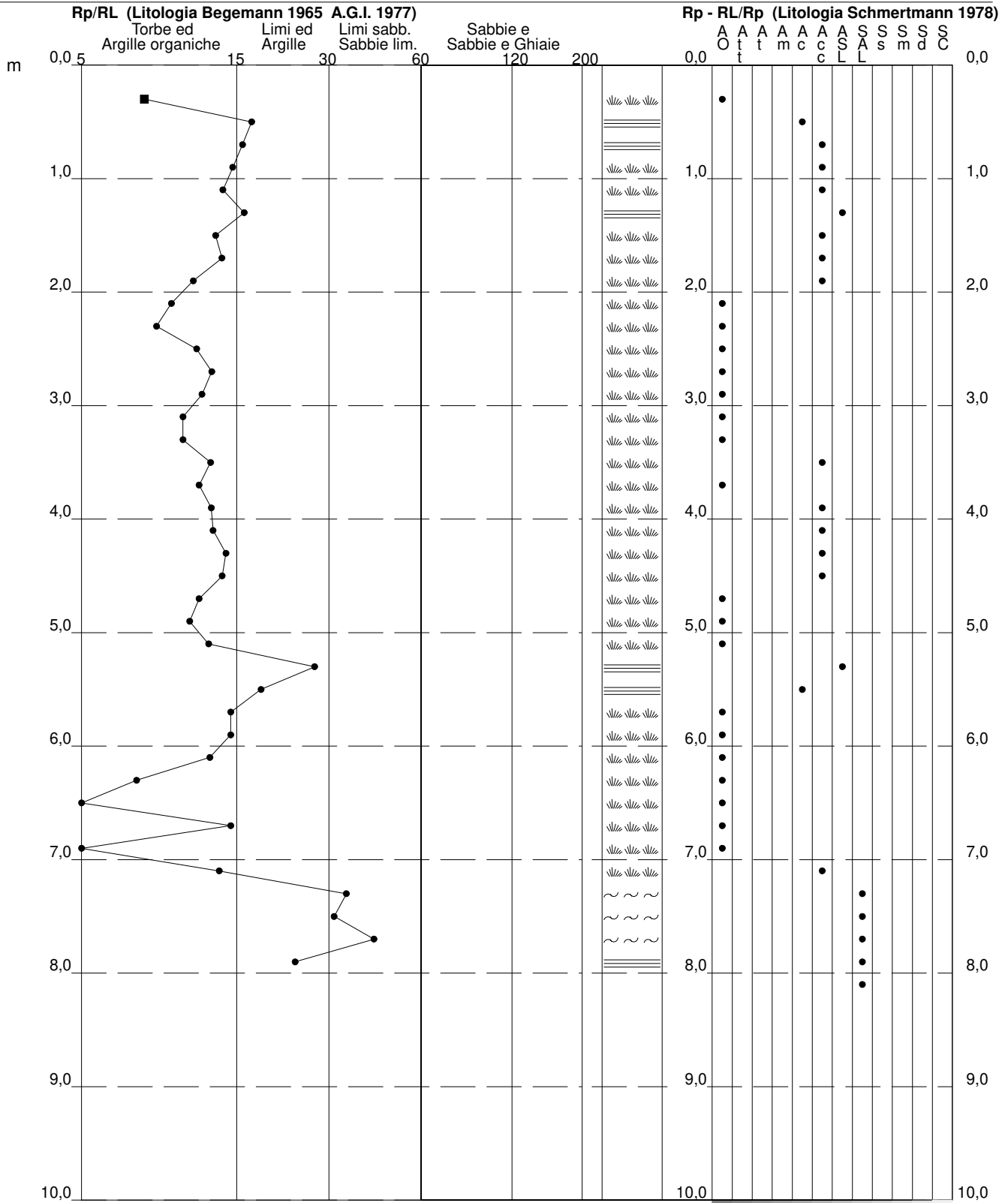
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



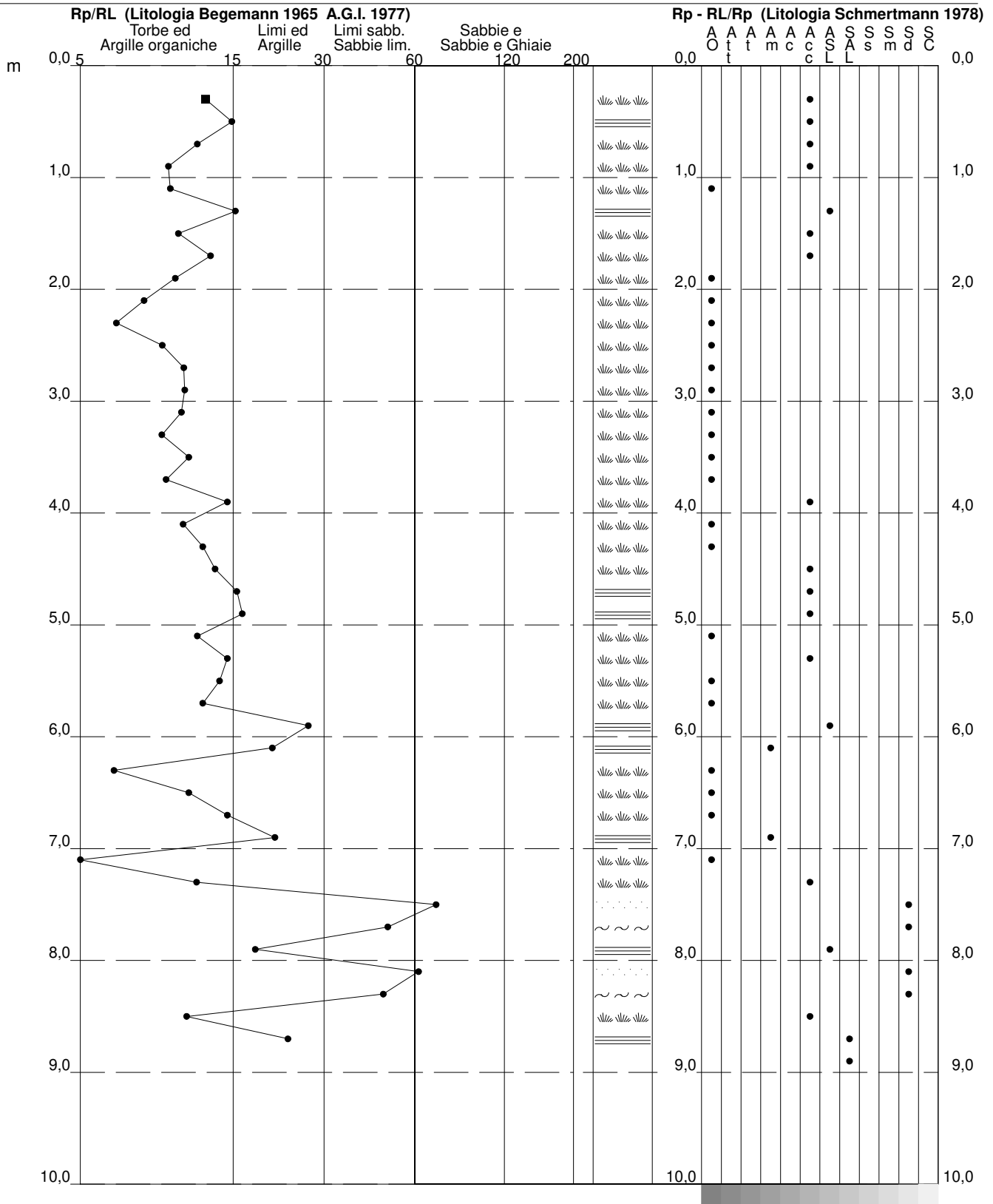
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



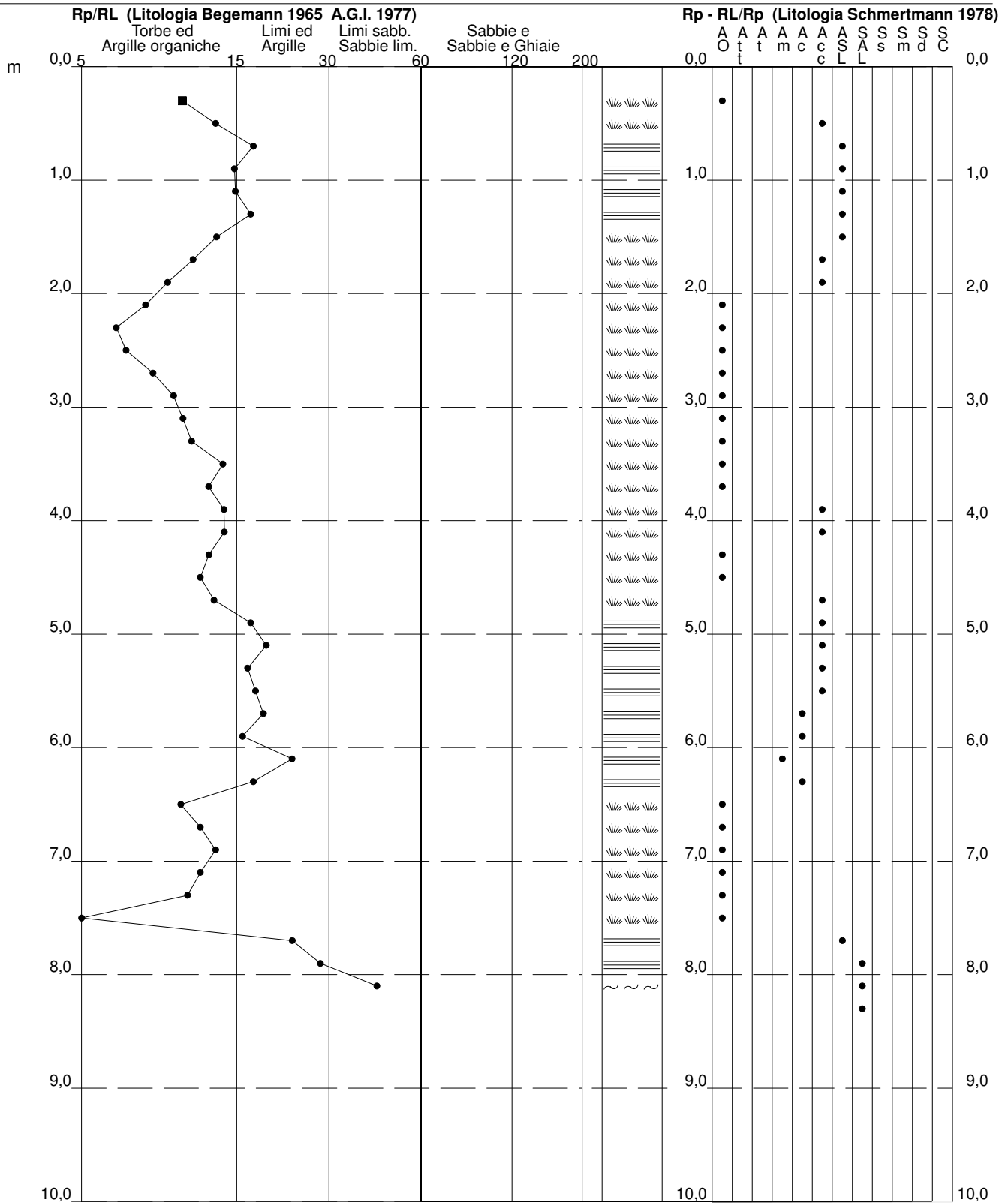
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



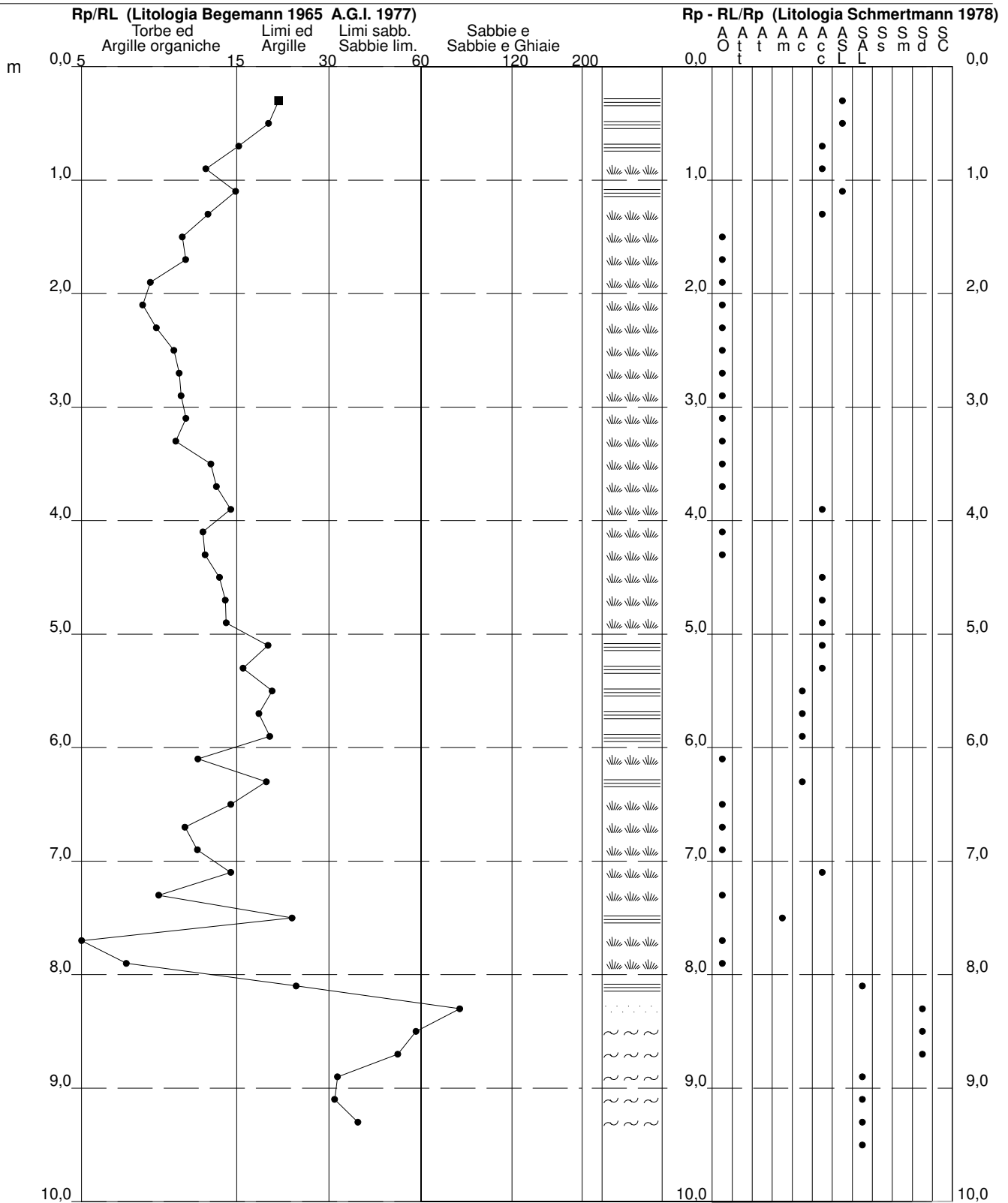
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



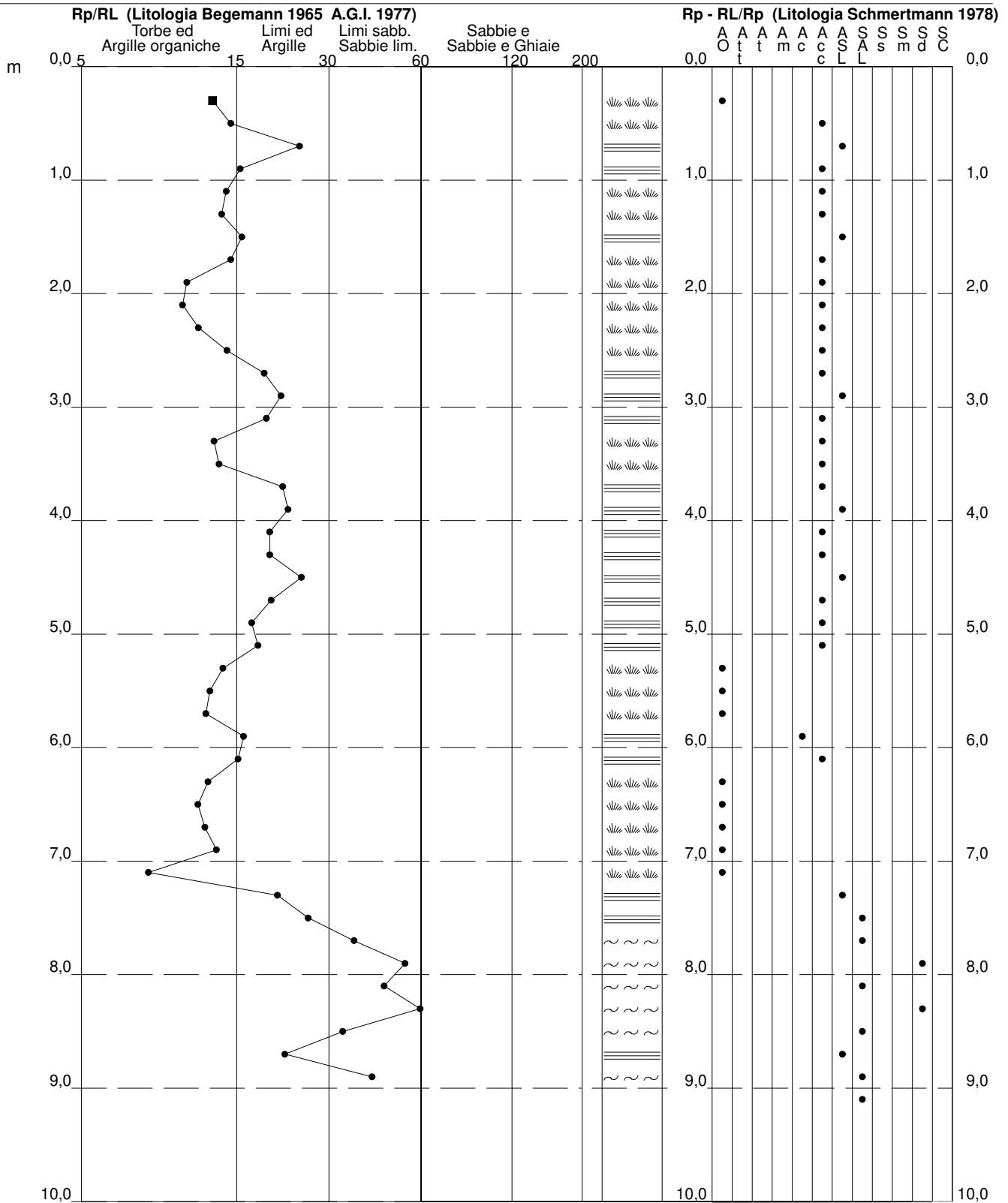
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 6

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



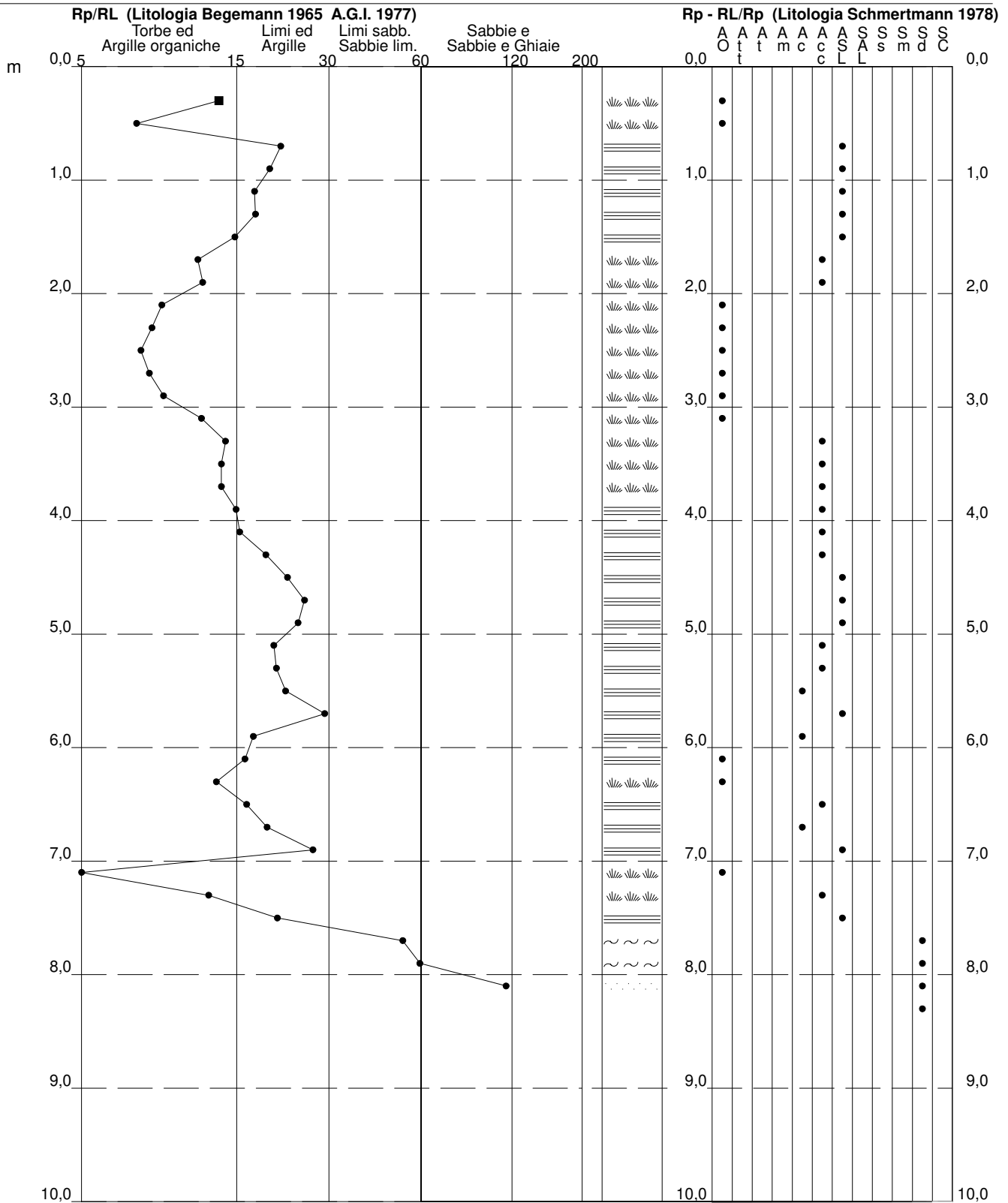
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 7

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



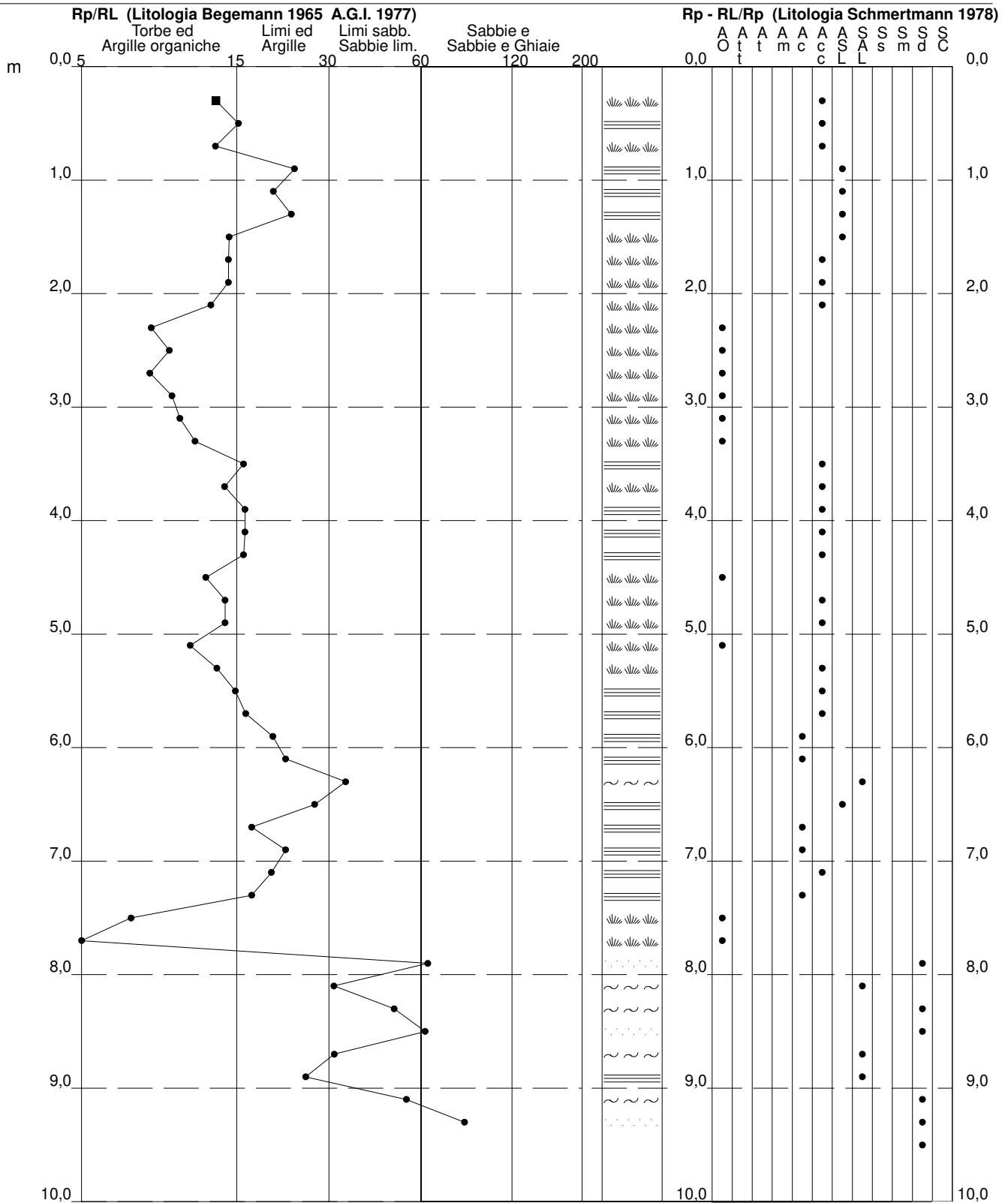
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 8

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
- lavoro :
- località : Via Como - Prato
- note :

- data : 11/12/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA													NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²				
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,40	21	10	4/:	1,85	0,07	0,82	99,9	140	210	63	82	39	41	43	45	42	27	0,196	35	53	63				
0,60	68	13	4/:	1,85	0,11	2,27	99,9	385	578	204	100	42	43	45	46	45	32	0,258	113	170	204				
0,80	78	18	4/:	1,85	0,15	2,60	99,9	442	663	234	100	42	43	45	46	44	33	0,258	130	195	234				
1,00	74	15	4/:	1,85	0,19	2,47	99,9	419	629	222	100	42	43	45	46	43	32	0,258	123	185	222				
1,20	88	16	4/:	1,85	0,22	2,93	99,9	499	748	264	100	42	43	45	46	43	33	0,258	147	220	264				
1,40	131	17	4/:	1,85	0,26	4,37	99,9	742	1114	393	100	42	43	45	46	44	35	0,258	218	328	393				
1,60	111	14	4/:	1,85	0,30	3,70	99,9	629	944	333	100	42	43	45	46	43	34	0,258	185	278	333				
1,80	75	11	4/:	1,85	0,33	2,50	78,0	425	638	225	89	40	42	43	45	41	32	0,219	125	188	225				
2,00	66	9	4/:	1,85	0,37	2,20	58,3	374	561	198	82	39	41	43	45	40	32	0,196	110	165	198				
2,20	47	8	4/:	1,85	0,41	1,57	33,9	266	400	141	68	38	39	41	43	38	31	0,153	78	118	141				
2,40	31	6	4/:	1,85	0,44	1,03	18,0	176	264	93	52	35	37	40	42	35	29	0,108	52	78	93				
2,60	25	7	4/:	1,85	0,48	0,91	13,9	155	232	75	42	34	36	39	41	33	28	0,085	42	63	75				
2,80	22	8	4/:	1,85	0,52	0,85	11,6	144	216	66	36	33	36	38	41	32	28	0,071	37	55	66				
3,00	21	10	4/:	1,85	0,55	0,82	10,3	140	210	63	33	33	35	38	41	32	27	0,064	35	53	63				
3,20	19	11	2////	1,85	0,59	0,78	8,8	140	210	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
3,40	18	11	2////	1,85	0,63	0,75	7,8	152	228	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
3,60	17	14	2////	1,85	0,67	0,72	7,0	167	251	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
3,80	17	13	2////	1,85	0,70	0,72	6,5	181	272	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
4,00	20	14	4/:	1,85	0,74	0,80	6,9	186	280	60	24	31	34	37	40	30	27	0,046	33	50	60				
4,20	21	14	4/:	1,85	0,78	0,82	6,8	198	296	63	25	31	34	37	40	30	27	0,047	35	53	63				
4,40	23	13	4/:	1,85	0,81	0,87	6,8	206	310	69	27	32	34	37	40	30	28	0,051	38	58	69				
4,60	20	12	4/:	1,85	0,85	0,80	5,8	227	341	60	21	31	34	37	40	29	27	0,039	33	50	60				
4,80	23	13	4/:	1,85	0,89	0,87	6,1	234	351	69	24	31	34	37	40	29	28	0,046	38	58	69				
5,00	29	17	4/:	1,85	0,93	0,98	6,8	235	352	87	31	32	35	38	41	31	29	0,061	48	73	87				
5,20	26	19	4/:	1,85	0,96	0,93	6,0	255	382	78	27	32	34	37	40	30	28	0,051	43	65	78				
5,40	17	17	2////	1,85	1,00	0,72	4,2	279	419	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
5,60	18	18	2////	1,85	1,04	0,75	4,2	289	434	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
5,80	14	19	2////	1,85	1,07	0,64	3,3	300	450	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,00	12	16	2////	1,85	1,11	0,57	2,7	293	440	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,20	11	24	2////	1,85	1,15	0,54	2,4	287	430	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,40	13	18	2////	1,85	1,18	0,60	2,7	312	467	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,60	9	10	2////	1,85	1,22	0,45	1,8	256	385	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,80	16	12	2////	1,85	1,26	0,70	3,0	344	515	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7,00	17	13	2////	1,85	1,30	0,72	3,0	355	533	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7,20	8	12	2////	1,85	1,33	0,40	1,4	235	352	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7,40	8	11	2////	1,85	1,37	0,40	1,3	236	353	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7,60	9	5	2////	1,85	1,41	0,45	1,5	262	393	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7,80	104	24	4/:	1,85	1,44	3,47	18,8	589	884	312	64	37	39	41	43	35	34	0,143	173	260	312				
8,00	186	29	4/:	1,85	1,48	6,20	37,6	1054	1581	558	84	40	41	43	45	38	37	0,202	310	465	558				
8,20	264	44	3:::	1,85	1,52	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	40	40	0,241	440	660	792				
8,40	330	--	3:::	1,85	1,55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	550	825	990				

PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
																						1
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	36	16	4/:	1,85	0,07	1,20	99,9	204	306	108	100	42	43	45	46	44	30	0,258	60	90	108	
0,60	44	14	4/:	1,85	0,11	1,47	99,9	249	374	132	97	42	43	44	46	43	31	0,249	73	110	132	
0,80	104	19	4/:	1,85	0,15	3,47	99,9	589	884	312	100	42	43	45	46	45	34	0,258	173	260	312	
1,00	136	18	4/:	1,85	0,19	4,53	99,9	771	1156	408	100	42	43	45	46	45	35	0,258	227	340	408	
1,20	137	15	4/:	1,85	0,22	4,57	99,9	776	1165	411	100	42	43	45	46	45	35	0,258	228	343	411	
1,40	133	15	4/:	1,85	0,26	4,43	99,9	754	1131	399	100	42	43	45	46	44	35	0,258	222	333	399	
1,60	110	13	4/:	1,85	0,30	3,67	99,9	623	935	330	100	42	43	45	46	43	34	0,258	183	275	330	
1,80	70	11	4/:	1,85	0,33	2,33	71,6	397	595	210	87	40	42	43	45	40	32	0,211	117	175	210	
2,00	48	10	4/:	1,85	0,37	1,60	39,2	272	408	144	71	38	40	42	44	38	31	0,162	80	120	144	
2,20	46	8	4/:	1,85	0,41	1,53	33,0	261	391	138	67	37	39	41	43	38	31	0,151	77	115	138	
2,40	44	7	4/:	1,85	0,44	1,47	28,0	249	374	132	64	37	39	41	43	37	31	0,140	73	110	132	
2,60	34	8	4/:	1,85	0,48	1,13	18,3	193	289	102	53	35	38	40	42	35	29	0,111	57	85	102	
2,80	29	9	4/:	1,85	0,52	0,98	14,0	167	251	87	45	34	37	39	42	34	29	0,093	48	73	87	
3,00	26	9	4/:	1,85	0,55	0,93	11,9	158	237	78	40	34	36	39	41	33	28	0,080	43	65	78	
3,20	25	10	4/:	1,85	0,59	0,91	10,7	155	232	75	37	33	36	38	41	32	28	0,073	42	63	75	
3,40	26	11	4/:	1,85	0,63	0,93	10,2	158	237	78	37	33	36	38	41	32	28	0,073	43	65	78	
3,60	25	17	4/:	1,85	0,67	0,91	9,3	159	238	75	34	33	35	38	41	32	28	0,067	42	63	75	
3,80	21	12	4/:	1,85	0,70	0,82	7,7	171	256	63	27	32	34	37	40	30	27	0,052	35	53	63	
4,00	18	15	2:///	1,85	0,74	0,75	6,4	192	288	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,20	21	11	4/:	1,85	0,78	0,82	6,8	198	296	63	25	31	34	37	40	30	27	0,047	35	53	63	
4,40	22	9	4/:	1,85	0,81	0,85	6,6	209	313	66	25	31	34	37	40	30	28	0,048	37	55	66	
4,60	24	12	4/:	1,85	0,85	0,89	6,6	218	327	72	27	32	34	37	40	30	28	0,051	40	60	72	
4,80	26	13	4/:	1,85	0,89	0,93	6,6	227	341	78	29	32	35	37	40	30	28	0,055	43	65	78	
5,00	28	15	4/:	1,85	0,93	0,97	6,6	237	355	84	30	32	35	38	40	30	28	0,058	47	70	84	
5,20	32	17	4/:	1,85	0,96	1,07	7,1	240	359	96	34	33	35	38	41	31	29	0,066	53	80	96	
5,40	20	11	4/:	1,85	1,00	0,80	4,8	277	416	60	17	30	33	36	39	28	27	0,032	33	50	60	
5,60	23	20	4/:	1,85	1,04	0,87	5,0	286	428	69	21	31	34	37	40	29	28	0,039	38	58	69	
5,80	19	18	2:///	1,85	1,07	0,78	4,2	300	450	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,00	17	18	2:///	1,85	1,11	0,72	3,7	313	470	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,20	15	15	2:///	1,85	1,15	0,67	3,2	319	478	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,40	15	14	2:///	1,85	1,18	0,67	3,1	326	488	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,60	14	23	2:///	1,85	1,22	0,64	2,8	325	487	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,80	12	16	2:///	1,85	1,26	0,57	2,3	309	463	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	18	16	2:///	1,85	1,30	0,75	3,2	359	539	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,20	15	14	2:///	1,85	1,33	0,67	2,6	347	520	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,40	13	4	2:///	1,85	1,37	0,60	2,3	330	494	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,60	132	41	3:::	1,85	1,41	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	37	35	0,169	220	330	396	
7,80	215	38	3:::	1,85	1,44	--	--	--	--	--	89	41	42	44	45	39	38	0,221	358	538	645	
8,00	184	55	3:::	1,85	1,48	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	38	37	0,201	307	460	552	
8,20	260	70	3:::	1,85	1,52	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	39	40	0,239	433	650	780	
8,40	274	89	3:::	1,85	1,55	--	--	--	--	--	96	41	43	44	46	40	40	0,244	457	685	822	
8,60	105	262	3:::	1,85	1,59	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	35	34	0,137	175	263	315	
8,80	24	7	4/:	1,85	1,63	0,89	2,9	442	663	72	11	30	33	36	39	26	28	0,022	40	60	72	
9,00	78	29	4/:	1,85	1,66	2,60	11,0	442	663	234	51	35	37	40	42	33	33	0,107	130	195	234	
9,20	164	27	4/:	1,85	1,70	5,47	27,0	929	1394	492	76	39	40	42	44	37	37	0,177	273	410	492	
9,40	228	49	3:::	1,85	1,74	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	38	39	0,212	380	570	684	
9,60	330	--	3:::	1,85	1,78	--	--	--	--	--	99	42	43	44	46	40	40	0,255	550	825	990	

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 5

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	47	21	4/:	1,85	0,07	1,57	99,9	266	400	141	100	42	43	45	46	45	31	0,258	78	118	141	
0,60	37	20	4/:	1,85	0,11	1,23	99,9	210	315	111	91	41	42	44	45	42	30	0,228	62	93	111	
0,80	53	16	4/:	1,85	0,15	1,77	99,9	300	451	159	97	42	43	44	46	43	31	0,247	88	133	159	
1,00	60	12	4/:	1,85	0,19	2,00	99,9	340	510	180	96	41	43	44	46	42	32	0,243	100	150	180	
1,20	84	16	4/:	1,85	0,22	2,80	99,9	476	714	252	100	42	43	45	46	43	33	0,258	140	210	252	
1,40	44	13	4/:	1,85	0,26	1,47	54,8	249	374	132	77	39	40	42	44	39	31	0,180	73	110	132	
1,60	28	10	4/:	1,85	0,30	0,97	27,5	164	246	84	58	36	38	40	43	37	28	0,125	47	70	84	
1,80	28	11	4/:	1,85	0,33	0,97	23,8	164	246	84	55	36	38	40	42	36	28	0,117	47	70	84	
2,00	26	8	4/:	1,85	0,37	0,97	19,8	158	237	78	50	35	37	40	42	35	28	0,104	43	65	78	
2,20	23	8	4/:	1,85	0,41	0,97	16,2	148	221	69	43	34	36	39	41	34	28	0,088	38	58	69	
2,40	26	9	4/:	1,85	0,44	0,93	15,6	158	237	78	46	34	37	39	42	34	28	0,093	43	65	78	
2,60	25	10	4/:	1,85	0,48	0,91	13,9	155	232	75	42	34	36	39	41	33	28	0,085	42	63	75	
2,80	26	10	4/:	1,85	0,52	0,93	13,0	158	237	78	42	34	36	39	41	33	28	0,084	43	65	78	
3,00	25	10	4/:	1,85	0,55	0,91	11,6	155	232	75	39	33	36	38	41	33	28	0,077	42	63	75	
3,20	23	11	4/:	1,85	0,59	0,87	10,1	148	221	69	34	33	35	38	41	32	28	0,067	38	58	69	
3,40	20	10	4/:	1,85	0,63	0,80	8,5	149	224	60	28	32	35	37	40	31	27	0,054	33	50	60	
3,60	19	13	2////	1,85	0,67	0,78	7,6	162	244	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	18	13	2////	1,85	0,70	0,75	6,8	178	267	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,00	19	15	2////	1,85	0,74	0,78	6,7	189	284	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,20	22	12	4/:	1,85	0,78	0,85	7,0	195	293	66	26	32	34	37	40	30	28	0,050	37	55	66	
4,40	24	12	4/:	1,85	0,81	0,89	7,0	204	306	72	28	32	35	37	40	30	28	0,054	40	60	72	
4,60	23	14	4/:	1,85	0,85	0,87	6,4	220	330	69	25	32	34	37	40	30	28	0,048	38	58	69	
4,80	25	14	4/:	1,85	0,89	0,91	6,5	229	344	75	27	32	35	37	40	30	28	0,052	42	63	75	
5,00	29	14	4/:	1,85	0,93	0,98	6,8	235	352	87	31	32	35	38	41	31	29	0,061	48	73	87	
5,20	25	20	4/:	1,85	0,96	0,91	5,8	257	385	75	25	32	34	37	40	29	28	0,048	42	63	75	
5,40	23	16	4/:	1,85	1,00	0,87	5,3	273	410	69	22	31	34	37	40	29	28	0,041	38	58	69	
5,60	19	20	2////	1,85	1,04	0,78	4,4	289	434	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,80	16	18	2////	1,85	1,07	0,70	3,7	303	454	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,00	12	20	2////	1,85	1,11	0,57	2,7	293	440	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,20	11	12	2////	1,85	1,15	0,54	2,4	287	430	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,40	13	19	2////	1,85	1,18	0,60	2,7	312	467	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,60	10	15	2////	1,85	1,22	0,50	2,1	278	418	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,80	10	11	2////	1,85	1,26	0,50	2,0	280	421	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	18	12	2////	1,85	1,30	0,75	3,2	359	539	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,20	21	15	4/:	1,85	1,33	0,82	3,4	375	563	63	11	30	33	36	39	27	27	0,023	35	53	63	
7,40	10	9	2////	1,85	1,37	0,50	1,8	285	428	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,60	11	24	2////	1,85	1,41	0,54	1,9	304	456	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,80	8	2	2////	1,85	1,44	0,40	1,3	237	355	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,00	51	7	4/:	1,85	1,48	1,70	7,5	363	544	153	39	33	36	38	41	31	31	0,078	85	128	153	
8,20	230	24	4/:	1,85	1,52	7,67	47,6	1303	1955	690	90	41	42	44	45	39	39	0,225	383	575	690	
8,40	238	81	3:::	1,85	1,55	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	39	39	0,227	397	595	714	
8,60	137	59	3:::	1,85	1,59	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	36	35	0,164	228	343	411	
8,80	185	51	3:::	1,85	1,63	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	37	0,194	308	463	555	
9,00	167	33	3:::	1,85	1,66	--	--	--	--	--	77	39	41	42	44	37	37	0,181	278	418	501	
9,20	129	32	3:::	1,85	1,70	--	--	--	--	--	68	37	39	41	43	35	35	0,152	215	323	387	
9,40	240	38	3:::	1,85	1,74	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	39	39	0,218	400	600	720	
9,60	156	--	3:::	1,85	1,78	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	36	0,169	260	390	468	

PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 6

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0.20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	14	13	2////	1,85	0,07	0,64	92,5	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	22	15	4:/:	1,85	0,11	0,85	79,5	144	216	66	74	38	40	42	44	40	28	0,170	37	55	66	
0.80	78	25	4:/:	1,85	0,15	2,60	99,9	442	663	234	100	42	43	45	46	44	33	0,258	130	195	234	
1.00	59	16	4:/:	1,85	0,19	1,97	99,9	334	502	177	95	41	43	44	46	42	32	0,241	98	148	177	
1.20	60	15	4:/:	1,85	0,22	2,00	98,0	340	510	180	91	41	42	44	45	41	32	0,227	100	150	180	
1.40	72	14	4:/:	1,85	0,26	2,40	99,9	408	612	216	94	41	42	44	45	41	32	0,236	120	180	216	
1.60	63	16	4:/:	1,85	0,30	2,10	72,7	357	536	189	86	40	42	43	45	40	32	0,209	105	158	189	
1.80	53	15	4:/:	1,85	0,33	1,77	50,6	300	451	159	77	39	40	42	44	39	31	0,180	88	133	159	
2.00	55	11	4:/:	1,85	0,37	1,83	46,4	312	467	165	76	39	40	42	44	39	31	0,176	92	138	165	
2.20	47	11	4:/:	1,85	0,41	1,57	33,9	266	400	141	68	38	39	41	43	38	31	0,153	78	118	141	
2.40	41	12	4:/:	1,85	0,44	1,37	25,6	232	349	123	61	37	39	41	43	37	30	0,134	68	103	123	
2.60	36	15	4:/:	1,85	0,48	1,20	19,7	204	306	108	55	36	38	40	42	35	30	0,116	60	90	108	
2.80	32	19	4:/:	1,85	0,52	1,07	15,5	181	272	96	49	35	37	39	42	34	29	0,101	53	80	96	
3.00	29	22	4:/:	1,85	0,55	0,98	12,8	167	251	87	44	34	37	39	42	33	29	0,089	48	73	87	
3.20	26	19	4:/:	1,85	0,59	0,93	11,0	158	237	78	38	33	36	38	41	32	28	0,076	43	65	78	
3.40	23	13	4:/:	1,85	0,63	0,87	9,4	150	226	69	33	33	35	38	41	31	28	0,064	38	58	69	
3.60	22	14	4:/:	1,85	0,67	0,85	8,5	158	237	66	30	32	35	38	40	31	28	0,058	37	55	66	
3.80	22	22	4:/:	1,85	0,70	0,85	7,9	169	254	66	29	32	35	37	40	30	28	0,055	37	55	66	
4.00	29	23	4:/:	1,85	0,74	0,98	9,0	175	263	87	37	33	36	38	41	32	29	0,072	48	73	87	
4.20	28	20	4:/:	1,85	0,78	0,97	8,2	185	278	84	34	33	35	38	41	31	28	0,067	47	70	84	
4.40	24	20	4:/:	1,85	0,81	0,89	7,0	204	306	72	28	32	35	37	40	30	28	0,054	40	60	72	
4.60	32	25	4:/:	1,85	0,85	1,07	8,3	203	304	96	37	33	36	38	41	32	29	0,072	53	80	96	
4.80	31	20	4:/:	1,85	0,89	1,03	7,6	217	325	93	35	33	35	38	41	31	29	0,068	52	78	93	
5.00	28	17	4:/:	1,85	0,93	0,97	6,6	237	355	84	30	32	35	38	40	30	28	0,058	47	70	84	
5.20	22	18	4:/:	1,85	0,96	0,85	5,3	262	393	66	21	31	34	37	40	29	28	0,040	37	55	66	
5.40	17	14	2////	1,85	1,00	0,72	4,2	279	419	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.60	12	13	2////	1,85	1,04	0,57	3,0	283	424	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.80	10	12	2////	1,85	1,07	0,50	2,4	268	402	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.00	11	16	2////	1,85	1,11	0,54	2,5	283	425	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.20	19	16	2////	1,85	1,15	0,78	3,8	322	484	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.40	11	13	2////	1,85	1,18	0,54	2,3	290	435	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.60	11	12	2////	1,85	1,22	0,54	2,2	293	440	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.80	19	12	2////	1,85	1,26	0,78	3,4	354	531	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.00	18	13	2////	1,85	1,30	0,75	3,2	359	539	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.20	12	8	2////	1,85	1,33	0,57	2,2	314	471	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.40	72	21	4:/:	1,85	1,37	2,40	12,7	408	612	216	53	35	38	40	42	33	32	0,112	120	180	216	
7.60	85	27	4:/:	1,85	1,41	2,83	15,1	482	723	255	58	36	38	40	43	34	33	0,125	142	213	255	
7.80	124	37	3:::	1,85	1,44	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	35	0,160	207	310	372	
8.00	195	54	3:::	1,85	1,48	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	38	38	0,208	325	488	585	
8.20	251	46	3:::	1,85	1,52	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	39	39	0,235	418	628	753	
8.40	230	61	3:::	1,85	1,55	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	39	39	0,223	383	575	690	
8.60	201	34	3:::	1,85	1,59	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	38	38	0,205	335	503	603	
8.80	164	22	4:/:	1,85	1,63	5,47	28,5	929	1394	492	77	39	41	42	44	37	37	0,181	273	410	492	
9.00	170	42	3:::	1,85	1,66	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	37	37	0,183	283	425	510	
9.20	240	--	3:::	1,85	1,70	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	39	39	0,220	400	600	720	

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 7

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 11/12/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA													NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²				
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,40	11	14	2////	1,85	0,07	0,54	74,7	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,60	16	7	2////	1,85	0,11	0,70	62,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0,80	68	22	4:/:	1,85	0,15	2,27	99,9	385	578	204	100	42	43	45	46	44	32	0,258	113	170	204				
1,00	88	20	4:/:	1,85	0,19	2,93	99,9	499	748	264	100	42	43	45	46	44	33	0,258	147	220	264				
1,20	93	18	4:/:	1,85	0,22	3,10	99,9	527	791	279	100	42	43	45	46	43	33	0,258	155	233	279				
1,40	90	18	4:/:	1,85	0,26	3,00	99,9	510	765	270	100	42	43	45	46	42	33	0,258	150	225	270				
1,60	98	15	4:/:	1,85	0,30	3,27	99,9	555	833	294	100	42	43	45	46	42	34	0,258	163	245	294				
1,80	79	12	4:/:	1,85	0,33	2,43	75,4	414	621	219	88	40	42	43	45	40	32	0,216	122	183	219				
2,00	57	12	4:/:	1,85	0,37	1,90	48,5	323	485	171	77	39	40	42	44	39	31	0,180	95	143	171				
2,20	50	9	4:/:	1,85	0,41	1,67	36,6	283	425	150	70	38	40	42	44	38	31	0,159	83	125	150				
2,40	42	8	4:/:	1,85	0,44	1,40	26,4	238	357	126	62	37	39	41	43	37	30	0,136	70	105	126				
2,60	32	8	4:/:	1,85	0,48	1,07	17,0	181	272	96	51	35	37	40	42	35	29	0,106	53	80	96				
2,80	28	8	4:/:	1,85	0,52	0,97	13,7	164	246	84	44	34	37	39	42	34	28	0,090	47	70	84				
3,00	25	9	4:/:	1,85	0,55	0,91	11,6	155	232	75	39	33	36	38	41	33	28	0,077	42	63	75				
3,20	25	12	4:/:	1,85	0,59	0,91	10,7	155	232	75	37	33	36	38	41	32	28	0,073	42	63	75				
3,40	26	14	4:/:	1,85	0,63	0,93	10,2	158	237	78	37	33	36	38	41	32	28	0,073	43	65	78				
3,60	28	14	4:/:	1,85	0,67	0,97	10,0	164	246	84	38	33	36	38	41	32	28	0,076	47	70	84				
3,80	28	14	4:/:	1,85	0,70	0,97	9,3	168	252	84	37	33	36	38	41	32	28	0,073	47	70	84				
4,00	26	16	4:/:	1,85	0,74	0,93	8,3	176	264	78	33	33	35	38	41	31	28	0,064	43	65	78				
4,20	31	16	4:/:	1,85	0,78	1,03	9,0	184	276	93	38	33	36	38	41	32	29	0,075	52	78	93				
4,40	35	19	4:/:	1,85	0,81	1,17	9,8	199	298	105	41	34	36	39	41	32	29	0,082	58	88	105				
4,60	38	23	4:/:	1,85	0,85	1,27	10,3	215	323	114	43	34	36	39	41	32	30	0,086	63	95	114				
4,80	31	26	4:/:	1,85	0,89	1,03	7,6	217	325	93	35	33	35	38	41	31	29	0,068	52	78	93				
5,00	23	25	4:/:	1,85	0,93	0,87	5,8	247	371	69	23	31	34	37	40	29	28	0,044	38	58	69				
5,20	22	21	4:/:	1,85	0,96	0,85	5,3	262	393	66	21	31	34	37	40	29	28	0,040	37	55	66				
5,40	21	21	4:/:	1,85	1,00	0,82	4,9	276	414	63	18	31	33	36	39	28	27	0,035	35	53	63				
5,60	18	22	2////	1,85	1,04	0,75	4,2	289	434	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
5,80	14	30	4:/:	1,85	1,07	0,64	3,3	300	450	48	3	28	32	35	38	26	26	0,007	23	35	42				
6,00	13	18	2////	1,85	1,11	0,60	2,9	301	452	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,20	10	17	2////	1,85	1,15	0,50	2,2	274	411	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,40	9	13	2////	1,85	1,18	0,45	1,9	255	382	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,60	18	17	2////	1,85	1,22	0,75	3,4	343	515	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
6,80	17	20	2////	1,85	1,26	0,72	3,1	348	523	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7,00	11	27	2////	1,85	1,30	0,54	2,1	298	447	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7,20	11	5	2////	1,85	1,33	0,54	2,0	300	450	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7,40	34	13	4:/:	1,85	1,37	1,13	5,0	378	567	102	27	32	35	37	40	29	29	0,052	57	85	102				
7,60	110	21	4:/:	1,85	1,41	3,67	20,8	623	935	330	67	37	39	41	43	36	34	0,150	183	275	330				
7,80	142	53	3:..:	1,85	1,44	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	37	36	0,175	237	355	426				
8,00	250	60	3:..:	1,85	1,48	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	39	39	0,237	417	625	750				
8,20	228	114	3:..:	1,85	1,52	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	39	39	0,224	380	570	684				
8,40	290	--	3:..:	1,85	1,55	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	40	40	0,251	483	725	870				

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 9

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 15/01/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	0,87	----	4,60	25,0	52,0	25,0	2,00	12,0
0,40	26,0	39,0	26,0	2,27	11,0	4,80	25,0	55,0	25,0	1,73	14,0
0,60	14,0	48,0	14,0	1,67	8,0	5,00	24,0	50,0	24,0	1,60	15,0
0,80	16,0	41,0	16,0	0,87	18,0	5,20	26,0	50,0	26,0	1,47	18,0
1,00	22,0	35,0	22,0	3,20	7,0	5,40	28,0	50,0	28,0	1,67	17,0
1,20	63,0	111,0	63,0	5,80	11,0	5,60	25,0	50,0	25,0	1,80	14,0
1,40	99,0	186,0	99,0	6,07	16,0	5,80	16,0	43,0	16,0	1,13	14,0
1,60	49,0	140,0	49,0	4,00	12,0	6,00	16,0	33,0	16,0	1,07	15,0
1,80	29,0	89,0	29,0	2,47	12,0	6,20	12,0	28,0	12,0	0,93	13,0
2,00	35,0	72,0	35,0	2,60	13,0	6,40	10,0	24,0	10,0	0,60	17,0
2,20	26,0	65,0	26,0	2,93	9,0	6,60	7,0	16,0	7,0	0,67	10,0
2,40	24,0	68,0	24,0	2,47	10,0	6,80	9,0	19,0	9,0	0,73	12,0
2,60	25,0	62,0	25,0	2,33	11,0	7,00	7,0	18,0	7,0	0,93	7,0
2,80	20,0	55,0	20,0	1,87	11,0	7,20	16,0	30,0	16,0	1,33	12,0
3,00	24,0	52,0	24,0	2,07	12,0	7,40	10,0	30,0	10,0	0,80	12,0
3,20	24,0	55,0	24,0	2,13	11,0	7,60	7,0	19,0	7,0	1,67	4,0
3,40	25,0	57,0	25,0	2,40	10,0	7,80	12,0	37,0	12,0	1,73	7,0
3,60	26,0	62,0	26,0	1,87	14,0	8,00	50,0	76,0	50,0	3,40	15,0
3,80	26,0	54,0	26,0	2,27	11,0	8,20	24,0	75,0	24,0	2,53	9,0
4,00	26,0	60,0	26,0	2,00	13,0	8,40	222,0	260,0	222,0	4,60	48,0
4,20	25,0	55,0	25,0	1,87	13,0	8,60	156,0	225,0	156,0	5,33	29,0
4,40	24,0	52,0	24,0	1,80	13,0	8,80	190,0	270,0	190,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 10

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 15/01/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	1,73	----	4,60	18,0	39,0	18,0	1,20	15,0
0,40	44,0	70,0	44,0	3,00	15,0	4,80	21,0	39,0	21,0	1,20	17,0
0,60	42,0	87,0	42,0	3,33	13,0	5,00	24,0	42,0	24,0	1,33	18,0
0,80	19,0	69,0	19,0	1,80	11,0	5,20	29,0	49,0	29,0	1,67	17,0
1,00	17,0	44,0	17,0	4,13	4,0	5,40	21,0	46,0	21,0	1,33	16,0
1,20	42,0	104,0	42,0	1,60	26,0	5,60	20,0	40,0	20,0	1,73	12,0
1,40	105,0	129,0	105,0	6,00	18,0	5,80	18,0	44,0	18,0	1,60	11,0
1,60	90,0	180,0	90,0	6,33	14,0	6,00	15,0	39,0	15,0	1,47	10,0
1,80	72,0	167,0	72,0	6,13	12,0	6,20	14,0	36,0	14,0	1,20	12,0
2,00	41,0	133,0	41,0	3,67	11,0	6,40	10,0	28,0	10,0	0,80	12,0
2,20	35,0	90,0	35,0	4,13	8,0	6,60	9,0	21,0	9,0	0,80	11,0
2,40	35,0	97,0	35,0	4,00	9,0	6,80	8,0	20,0	8,0	0,87	9,0
2,60	29,0	89,0	29,0	3,33	9,0	7,00	8,0	21,0	8,0	0,87	9,0
2,80	24,0	74,0	24,0	2,47	10,0	7,20	20,0	33,0	20,0	1,60	12,0
3,00	18,0	55,0	18,0	1,93	9,0	7,40	11,0	35,0	11,0	1,00	11,0
3,20	17,0	46,0	17,0	1,53	11,0	7,60	7,0	22,0	7,0	0,87	8,0
3,40	19,0	42,0	19,0	1,47	13,0	7,80	15,0	28,0	15,0	3,27	5,0
3,60	16,0	38,0	16,0	1,40	11,0	8,00	123,0	172,0	123,0	3,40	36,0
3,80	14,0	35,0	14,0	1,13	12,0	8,20	189,0	240,0	189,0	5,47	35,0
4,00	13,0	30,0	13,0	1,07	12,0	8,40	126,0	208,0	126,0	5,33	24,0
4,20	16,0	32,0	16,0	1,27	13,0	8,60	170,0	250,0	170,0	-----	-----
4,40	20,0	39,0	20,0	1,40	14,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

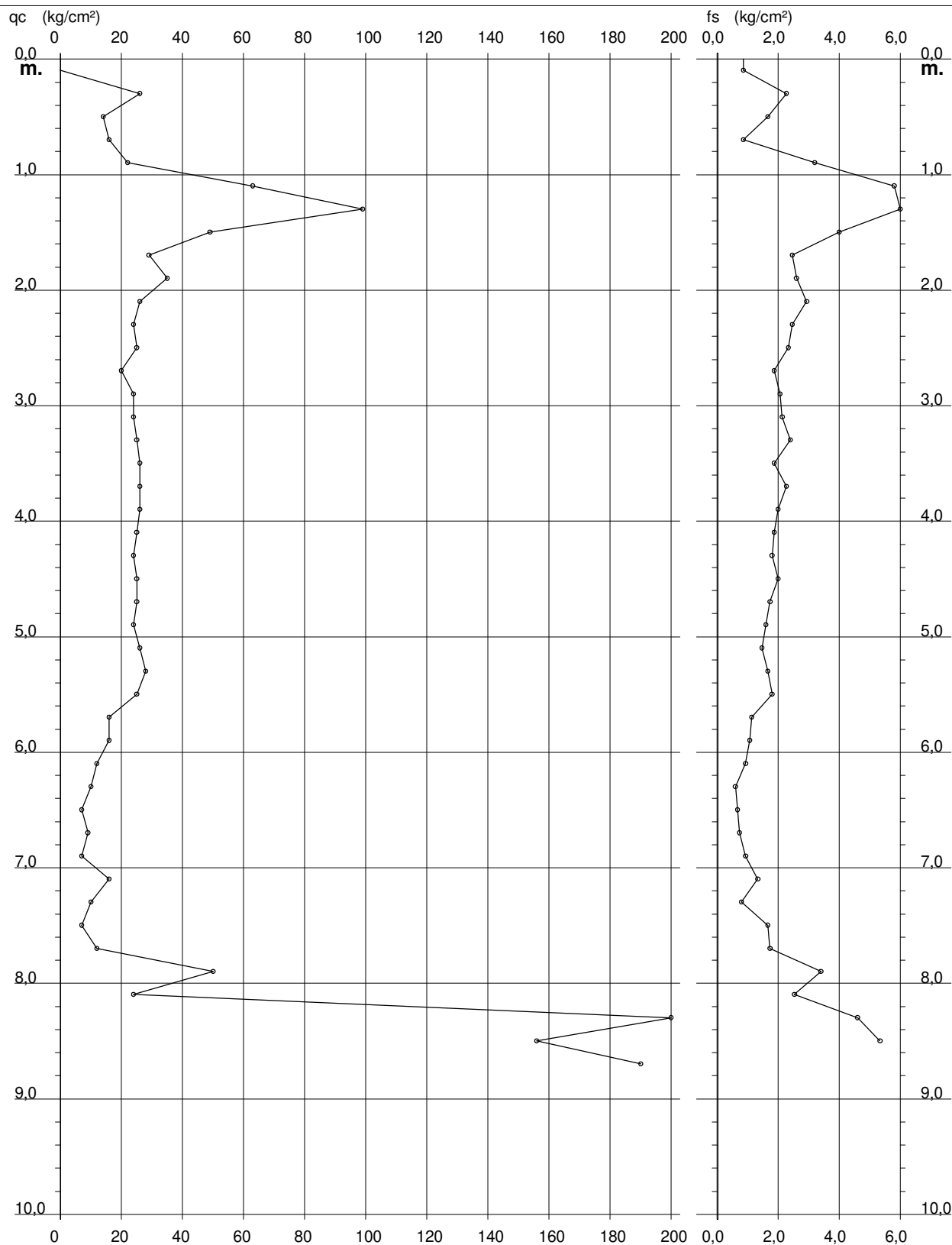
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 9

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato

- data : 15/01/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



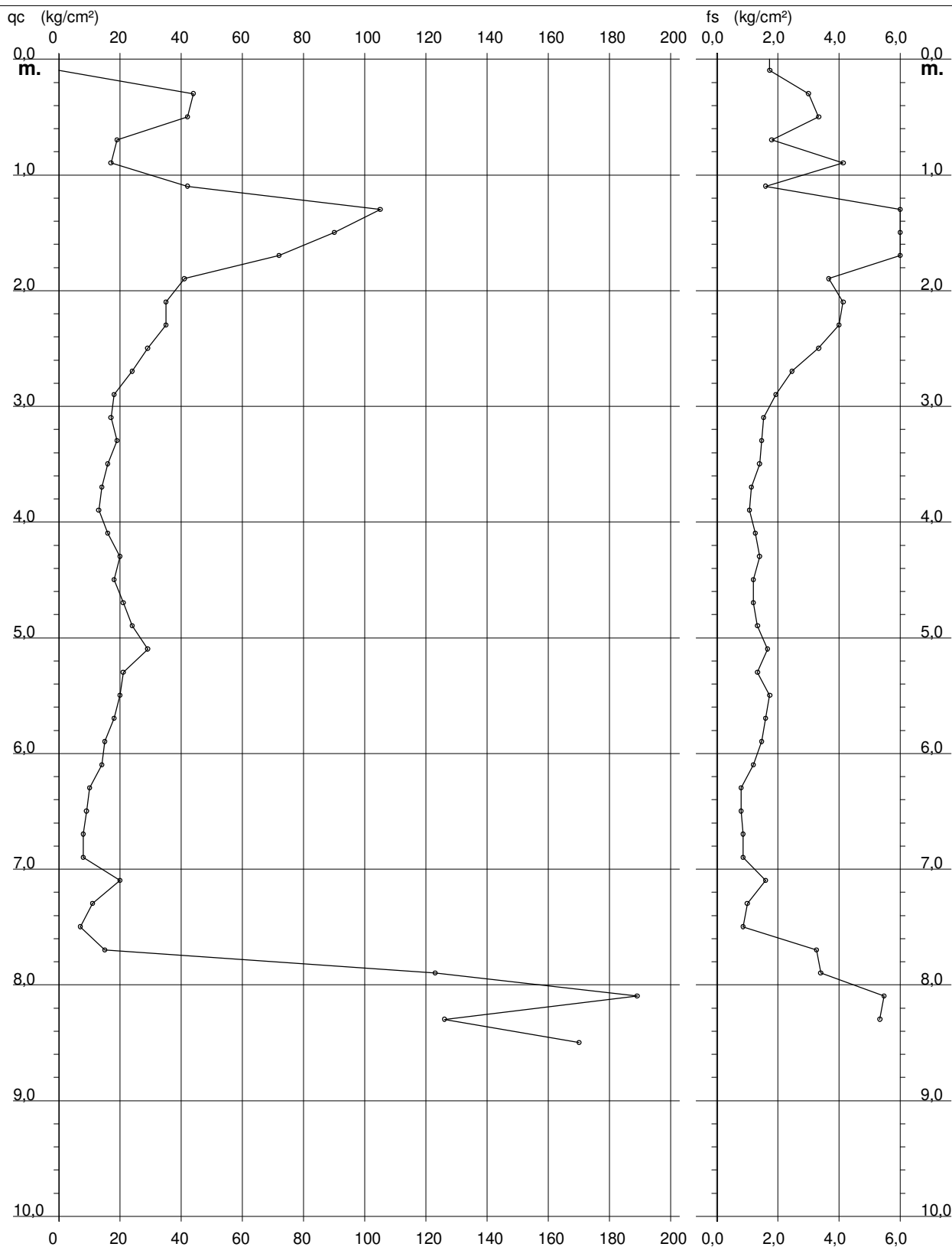
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 10

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 15/01/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



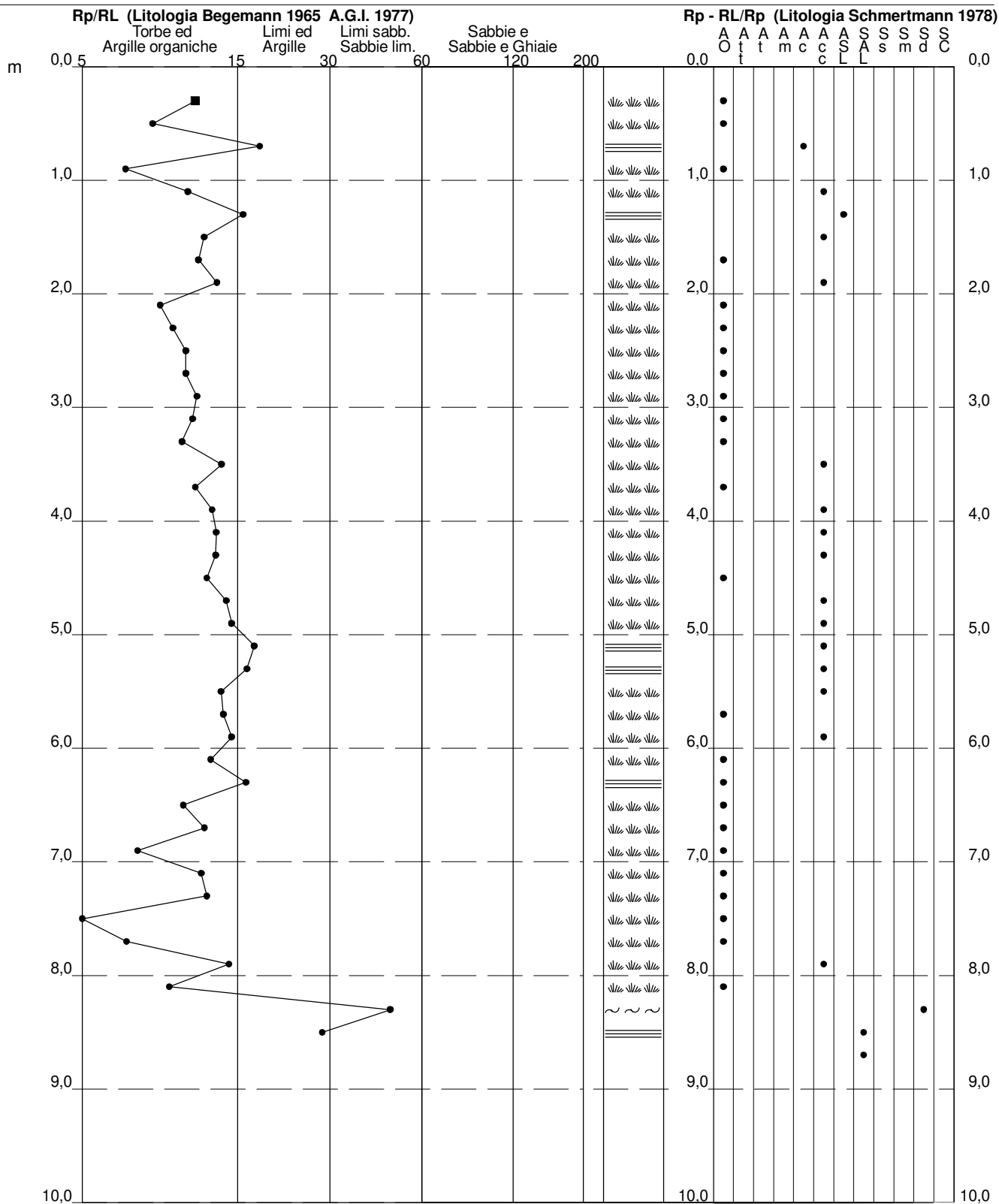
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 9

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note :

- data : 15/01/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



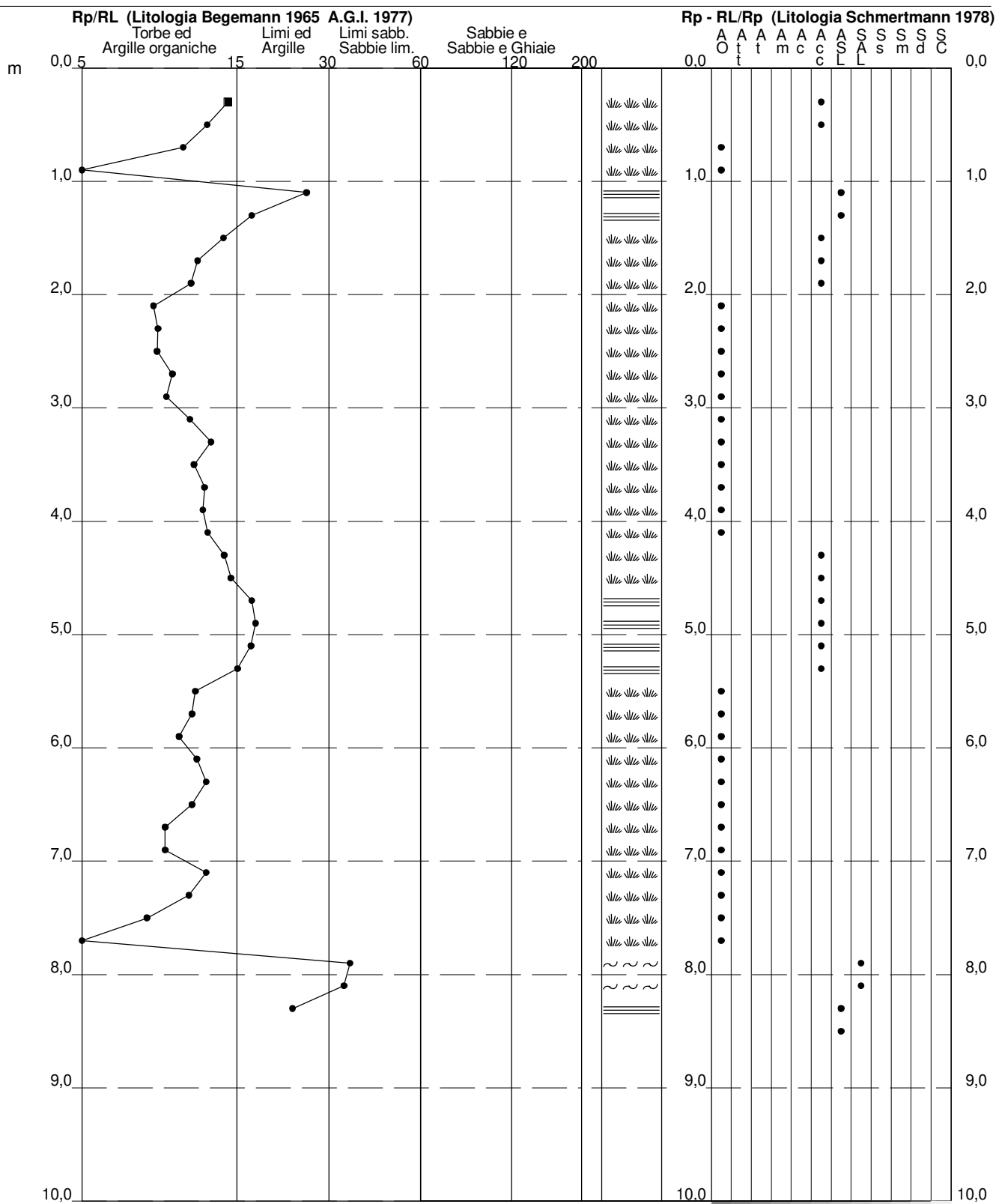
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 10

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 15/01/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 9

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
- lavoro :
- località : Via Como - Prato
- note :

- data : 15/01/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	26	11	4/:	1,85	0,07	0,93	99,9	158	237	78	89	40	42	44	45	42	28	0,220	43	65	78	
0,60	14	8	2///	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	16	18	2///	1,85	0,15	0,70	43,5	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	22	7	4/:	1,85	0,19	0,85	42,0	144	216	66	61	37	39	41	43	38	28	0,134	37	55	66	
1,20	63	11	4/:	1,85	0,22	2,10	99,9	357	536	189	93	41	42	44	45	42	32	0,233	105	158	189	
1,40	99	16	4/:	1,85	0,26	3,30	99,9	561	842	297	100	42	43	45	46	43	34	0,258	165	248	297	
1,60	49	12	4/:	1,85	0,30	1,63	53,1	278	417	147	77	39	41	42	44	39	31	0,181	82	123	147	
1,80	29	12	4/:	1,85	0,33	0,98	24,3	167	251	87	56	36	38	40	43	36	29	0,120	48	73	87	
2,00	35	13	4/:	1,85	0,37	1,17	26,4	198	298	105	60	36	38	41	43	37	29	0,131	58	88	105	
2,20	26	9	4/:	1,85	0,41	0,93	17,6	158	237	78	48	35	37	39	42	34	28	0,098	43	65	78	
2,40	24	10	4/:	1,85	0,44	0,89	15,0	151	227	72	43	34	36	39	41	34	28	0,086	40	60	72	
2,60	25	11	4/:	1,85	0,48	0,91	13,9	155	232	75	42	34	36	39	41	33	28	0,085	42	63	75	
2,80	20	11	4/:	1,85	0,52	0,80	10,8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,064	33	50	60	
3,00	24	12	4/:	1,85	0,55	0,89	11,3	151	227	72	37	33	36	38	41	32	28	0,074	40	60	72	
3,20	24	11	4/:	1,85	0,59	0,89	10,4	151	227	72	36	33	36	38	41	32	28	0,070	40	60	72	
3,40	25	10	4/:	1,85	0,63	0,91	9,9	155	232	75	36	33	36	38	41	32	28	0,070	42	63	75	
3,60	26	14	4/:	1,85	0,67	0,93	9,5	160	240	78	36	33	36	38	41	32	28	0,070	43	65	78	
3,80	26	11	4/:	1,85	0,70	0,93	8,9	167	250	78	34	33	35	38	41	31	28	0,067	43	65	78	
4,00	26	13	4/:	1,85	0,74	0,93	8,3	176	264	78	33	33	35	38	41	31	28	0,064	43	65	78	
4,20	25	13	4/:	1,85	0,78	0,91	7,6	189	284	75	31	32	35	38	40	31	28	0,059	42	63	75	
4,40	24	13	4/:	1,85	0,81	0,89	7,0	204	306	72	28	32	35	37	40	30	28	0,054	40	60	72	
4,60	25	12	4/:	1,85	0,85	0,91	6,8	216	323	75	28	32	35	37	40	30	28	0,054	42	63	75	
4,80	25	14	4/:	1,85	0,89	0,91	6,5	229	344	75	27	32	35	37	40	30	28	0,052	42	63	75	
5,00	24	15	4/:	1,85	0,93	0,89	6,0	245	368	72	25	31	34	37	40	29	28	0,047	40	60	72	
5,20	26	18	4/:	1,85	0,96	0,93	6,0	255	382	78	27	32	34	37	40	30	28	0,051	43	65	78	
5,40	28	17	4/:	1,85	1,00	0,97	6,0	264	396	84	28	32	35	37	40	30	28	0,054	47	70	84	
5,60	25	14	4/:	1,85	1,04	0,91	5,3	283	424	75	23	31	34	37	40	29	28	0,045	42	63	75	
5,80	16	14	2///	1,85	1,07	0,70	3,7	303	454	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	16	15	2///	1,85	1,11	0,70	3,5	313	469	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	12	13	2///	1,85	1,15	0,57	2,6	298	447	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	10	17	2///	1,85	1,18	0,50	2,1	276	414	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	7	10	1***	1,85	1,22	0,35	1,3	45	67	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	9	12	2///	1,85	1,26	0,45	1,7	258	387	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	7	7	1***	1,85	1,30	0,35	1,2	45	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	16	12	2///	1,85	1,33	0,70	2,8	355	532	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	10	12	2///	1,85	1,37	0,50	1,8	285	428	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	7	4	1***	1,85	1,41	0,35	1,1	45	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	12	7	2///	1,85	1,44	0,57	2,0	321	481	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	50	15	4/:	1,85	1,48	1,67	7,3	366	549	150	39	33	36	38	41	31	31	0,077	83	125	150	
8,20	24	9	4/:	1,85	1,52	0,89	3,2	422	634	72	13	30	33	36	39	27	28	0,025	40	60	72	
8,40	222	48	3:::	1,85	1,55	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	39	38	0,218	370	555	666	
8,60	156	29	4/:	1,85	1,59	5,20	27,6	884	1326	468	76	39	40	42	44	37	36	0,177	260	390	468	
8,80	190	--	3:::	1,85	1,63	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	38	37	0,197	317	475	570	

PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 10

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Como - Prato
 - note : Piezometro

- data : 15/01/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	44	15	4/:	1,85	0,07	1,47	99,9	249	374	132	100	42	43	45	46	45	31	0,258	73	110	132	
0,60	42	13	4/:	1,85	0,11	1,40	99,9	238	357	126	96	41	43	44	46	43	30	0,243	70	105	126	
0,80	19	11	2////	1,85	0,15	0,78	49,8	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	17	4	2////	1,85	0,19	0,72	34,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	42	26	4/:	1,85	0,22	1,40	62,7	238	357	126	79	39	41	42	44	40	30	0,186	70	105	126	
1,40	105	18	4/:	1,85	0,26	3,50	99,9	595	893	315	100	42	43	45	46	43	34	0,258	175	263	315	
1,60	90	14	4/:	1,85	0,30	3,00	99,9	510	765	270	98	42	43	44	46	42	33	0,251	150	225	270	
1,80	72	12	4/:	1,85	0,33	2,40	74,1	408	612	216	88	40	42	43	45	40	32	0,215	120	180	216	
2,00	41	11	4/:	1,85	0,37	1,37	32,1	232	349	123	66	37	39	41	43	38	30	0,146	68	103	123	
2,20	35	8	4/:	1,85	0,41	1,17	23,4	198	298	105	58	36	38	40	43	36	29	0,125	58	88	105	
2,40	35	9	4/:	1,85	0,44	1,17	21,0	198	298	105	56	36	38	40	42	36	29	0,119	58	88	105	
2,60	29	9	4/:	1,85	0,48	0,98	15,3	167	251	87	47	35	37	39	42	34	29	0,097	48	73	87	
2,80	24	10	4/:	1,85	0,52	0,89	12,3	151	227	72	39	33	36	38	41	33	28	0,077	40	60	72	
3,00	18	9	2////	1,85	0,55	0,75	9,1	132	198	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	17	11	2////	1,85	0,59	0,72	8,1	142	213	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	19	13	2////	1,85	0,63	0,78	8,2	150	225	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	16	11	2////	1,85	0,67	0,70	6,6	170	256	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	14	12	2////	1,85	0,70	0,64	5,5	190	285	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	13	12	2////	1,85	0,74	0,60	4,9	205	307	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	16	13	2////	1,85	0,78	0,70	5,5	211	316	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	20	14	4/:	1,85	0,81	0,80	6,1	214	321	60	22	31	34	37	40	29	27	0,041	33	50	60	
4,60	18	15	2////	1,85	0,85	0,75	5,4	232	348	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	21	17	4/:	1,85	0,89	0,82	5,7	238	358	63	21	31	34	37	40	29	27	0,040	35	53	63	
5,00	24	18	4/:	1,85	0,93	0,89	6,0	245	368	72	25	31	34	37	40	29	28	0,047	40	60	72	
5,20	29	17	4/:	1,85	0,96	0,98	6,5	249	373	87	30	32	35	38	40	30	29	0,059	48	73	87	
5,40	21	16	4/:	1,85	1,00	0,82	4,9	276	414	63	18	31	33	36	39	28	27	0,035	35	53	63	
5,60	20	12	4/:	1,85	1,04	0,80	4,5	289	433	60	16	30	33	36	39	28	27	0,030	33	50	60	
5,80	18	11	2////	1,85	1,07	0,75	4,0	299	449	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	15	10	2////	1,85	1,11	0,67	3,3	311	466	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	14	12	2////	1,85	1,15	0,64	3,0	314	470	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	10	12	2////	1,85	1,18	0,50	2,1	276	414	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	9	11	2////	1,85	1,22	0,45	1,8	256	385	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	8	9	2////	1,85	1,26	0,40	1,5	233	350	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	8	9	2////	1,85	1,30	0,40	1,4	234	351	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	20	12	4/:	1,85	1,33	0,80	3,3	373	560	60	10	29	32	35	39	26	27	0,020	33	50	60	
7,40	11	11	2////	1,85	1,37	0,54	1,9	302	453	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	7	8	1****	1,85	1,41	0,35	1,1	45	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	15	5	2////	1,85	1,44	0,67	2,4	358	537	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	123	36	3:::	1,85	1,48	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	35	0,158	205	308	369	
8,20	189	35	3:::	1,85	1,52	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	38	37	0,202	315	473	567	
8,40	126	24	4/:	1,85	1,55	4,20	21,8	714	1071	378	69	38	40	41	44	36	35	0,157	210	315	378	
8,60	170	--	3:::	1,85	1,59	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	37	37	0,186	283	425	510	



Geognostica Fiorentina srl

Via di Porto, 11-13 • 50018 • Scandicci (FI)
C.F./P.IVA • 05256260489
Tel. e Fax • 055 720195
E-mail • info@geognosticafiorentina.com

COMUNE DI PRATO



Oggetto:

Indagine geofisica di superficie mediante
metodologia MASW e HVSr
per Calcolo Vs,eq - D.M. 17/01/2018

RELAZIONE TECNICA



Località:

Via Como - Prato



Committente:

Dott. Geol. Roberto Checucci

Introduzione

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante metodologia MASW ed HVSR in data 15 Gennaio 2019, come concordato con la Committenza in via Como nel Comune di Prato.

E' stata eseguita una campagna geofisica mediante acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves), analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva, al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, ed in particolare i valori di velocità delle onde di taglio, così come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018. La classificazione dei terreni è ottenuta sulla base del valore della $V_{s,eq}$ (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio), definita dalla relazione:

$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$	<p>h_i spessore dell'i-esimo strato; $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato; N numero di strati; H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s.</p>
---	--

Insieme all'indagine MASW è stato effettuato un rilievo di microtremori (vibrazioni ambientali) con stazione singola HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio).

Di seguito vengono descritte: la metodologia d'indagine, lo schema operativo, le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, ed infine l'interpretazione dei dati elaborati.

MASW: metodologia d'indagine

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della propagazione delle onde di superficie (Rayleigh), permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S nel sottosuolo, portando quindi a determinare anche il parametro $V_{s,eq}$ (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio).

In un mezzo stratificato le onde di superficie (Rayleigh) danno vita al fenomeno della dispersione, cioè lunghezze d'onda diverse si propagano con diverse velocità di fase e gruppo: le componenti ad alta frequenza (con piccola lunghezza d'onda) "sentono" solamente gli strati più superficiali del suolo, mentre le componenti a più bassa frequenza "sentono" anche gli strati più profondi consentendo quindi di determinarne le caratteristiche.

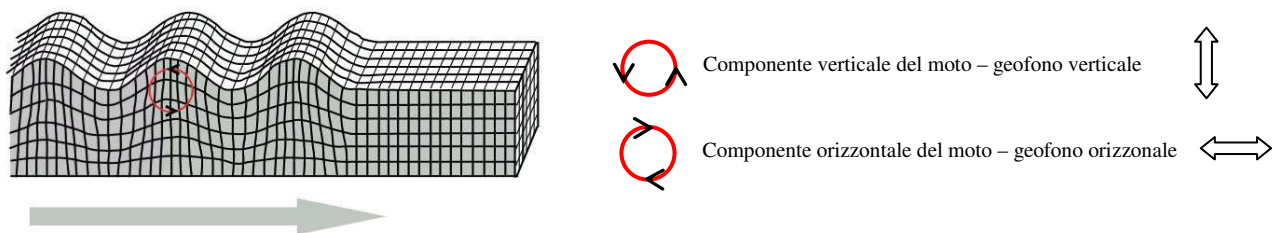
Il metodo si sviluppa attraverso la determinazione delle proprietà dispersive del mezzo individuabili dall'analisi dello spettro di velocità dei dati. Il range di frequenza si sviluppa comunemente tra i 5Hz e i 70Hz, fornendo informazioni sino a profondità di circa 30 m a seconda della rigidità del suolo: la profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e più bassa frequenza identificabile.

Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12/24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 1 e 5 m (la lunghezza dello stendimento incide sulla focalizzazione del segnale nello spettro di velocità) che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione effettuati tipicamente ad una distanza compresa fra 2 e 20 m dal primo geofono.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione del treno di onde superficiali (Rayleigh), che a causa della stratificazione del mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate alla velocità delle onde di taglio S.

L'acquisizione delle onde di Rayleigh può essere fatta mediante geofoni verticali, intercettando nel moto delle particelle lo spostamento verticale; oppure mediante geofoni orizzontali con asse posto parallelo (radiale) allo stendimento, intercettando lo spostamento orizzontale. In entrambi i casi si utilizza una sorgente verticale - piastra-martello.

Rayleigh Wave



Il metodo **HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio)**, è una tecnica di sismica "passiva" che si basa sulla misura delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate, attraverso un apparato di registrazione dotato di 3 velocimetri disposti nelle tre direzioni dello spazio, e sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) di quello che viene definito "rumore sismico", "vibrazione ambientale" o "microtremore", costituito da piccole vibrazioni del terreno dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} cm. Gli spettri verticali e orizzontali variano in

funzione dell'anisotropia del mezzo attraversato e dei gradienti di impedenza presenti nel sottosuolo:

$$\text{Rapporto di impedenza sismica } I = \rho_r V_r / \rho_s V_s$$

Dove ρ_r è la densità del substrato e ρ_s del terreno soprastante; V_r la velocità delle onde di taglio del substrato e V_s del terreno.

Gli effetti stratigrafici di amplificazione sismica sono influenzati dal rapporto d'impedenza, e le frequenze corrispondenti ai massimi della funzione di amplificazione si chiamano frequenze (periodi) naturali di vibrazioni del deposito. Il periodo proprio di sito è indicato dalla seguente formula:

$$T_0 = 4H/V_s$$

Dove: V_s è la velocità delle onde di taglio fino al bedrock (inteso come un orizzonte con forte contrasto di V_s che dà origine ad un picco dell'H/V); H lo spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock. Di fondamentale importanza risulta la conoscenza della frequenza di sito per il fenomeno della "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra la frequenza fondamentale del segnale sismico trasmesso in superficie e la frequenza delle strutture in progetto o dei manufatti già esistenti.

Schema operativo

In Tavola 1, è stato riportato un inquadramento dell'area con inserita la traccia della sezione sismica eseguita. Dopo una prima analisi dell'area ed in considerazione degli spazi a disposizione è stato deciso di adottare la seguente configurazione:

MASW:

- n° geofoni: 12
- distanza intergeofonica di 5.0 m per complessivi 55 ml di rilievo (G1-G12)
- Coordinate linea sismica: G1 (43.843566°, 11.093934°); G12 (43.843994°, 11.094287°); punto medio: (43.843782°, 11.094112°).
- n° 2 offset (distanza tra i punti di energizzazione e il primo o l'ultimo geofono) a 10.0 m dal primo geofono e dall'ultimo.

Per quanto riguarda l'acquisizione sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- tempo di acquisizione: 1.5 s
- frequenza di campionamento 2000 Hz

- periodo di campionamento 500 μ s.

HVSR:

- Coordinate: 43.843760°, 11.094045°

Acquisizione:

- registrazione: 30 minuti
- frequenza di campionamento: 300 Hz (ricampionato a 64 Hz in fase di elaborazione)

Elaborazione:

- finestra: 20 secondi
- tapering: 8%
- lisciamento: finestra triangolare (10%)

Strumentazione impiegata

MASW Un sistema digitale di acquisizione dati in sismica, è costituito sostanzialmente da geofoni, amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali. Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo costituito da un sistema a più canali a conversione digitale tra loro in catena, ciascuno con un proprio ID, e pilotati da PC. Il modello è denominato DOREMI (della SARA electronic instruments), con risoluzione di acquisizione pari a 16 bit. Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati 12 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza caratteristica di 4.5 Hz.

Come sorgente di energia sismica per le onde di Rayleigh si è fatto uso di una mazza con maglio da 6 kg battente su una piastra di alluminio posta sul suolo in linea con lo stendimento.

L'inizio della registrazione è stato dato tramite un *trigger* che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra (nel nostro caso si è usato quello un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

HVSR L'acquisizione HVSR è stata effettuata tramite sismografo triassiale SR04C3 - SARA electronic instruments, con geofoni da 4.5 Hz dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, collegato ad un Notebook ASUS TP200SA. I dati acquisiti mediante software SEISMOLOG-MT, della SARA electronic instruments, ed analizzati mediante WINMASW 2018 Academy della Elisoft.

Analisi e risultati dell'indagine

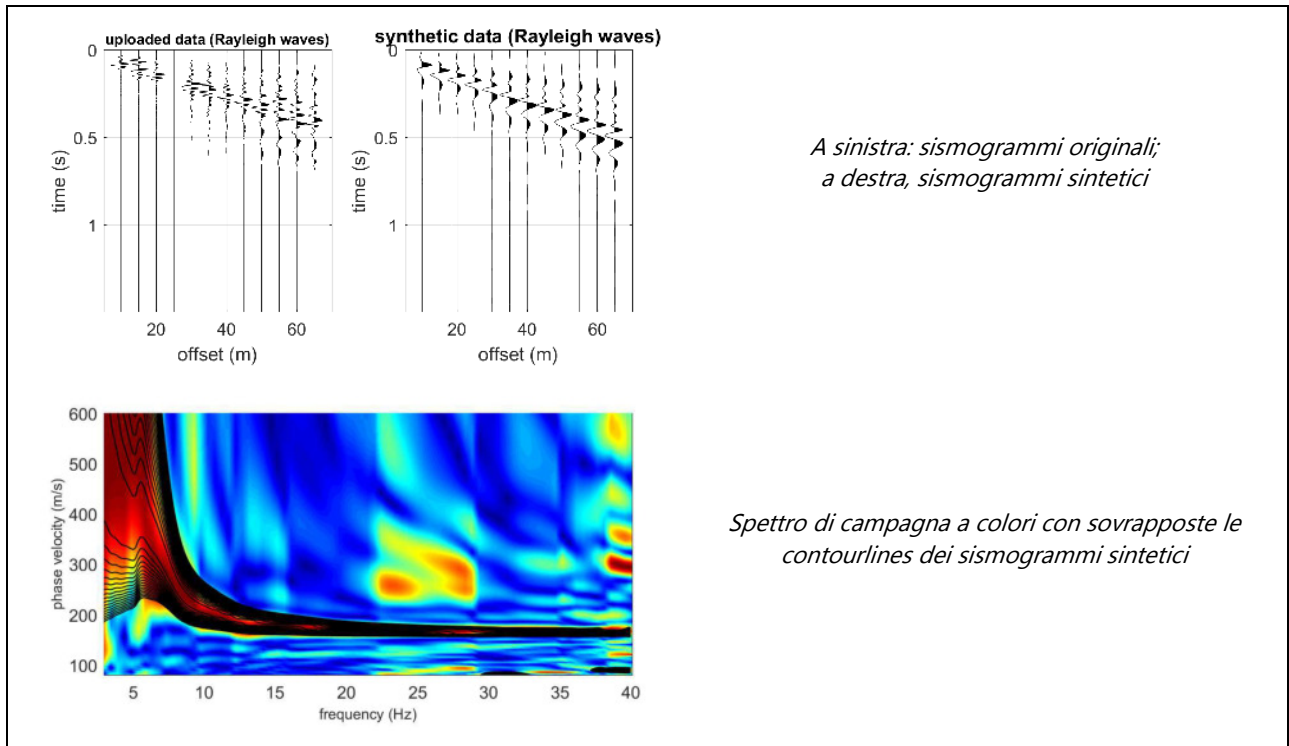
Per quanto riguarda le analisi dei dati **HVSR**, individuati eventuali transienti (eventi con eccessiva ampiezza) da rimuovere, viene creato lo spettro di frequenza delle tre componenti (le due orizzontali e quella verticale) ed il rapporto spettrale H/V, dividendo la serie temporale in n finestre da 20 secondi, in parziale sovrapposizione (Tavola 2).

I risultati di tali operazioni mostrano un picco di frequenza, che si può attribuire a motivi litologici, intorno a 3.7 Hz, con un rapporto HVSR di 2,8 che potrebbe indicare un contrasto di impedenza al di sotto dei 10 m di profondità (vedi analisi congiunta MASW-HVSR).

Per quanto riguarda le linee guida del progetto europeo SESAME (Site EffectS assessment using AMbient Excitations), che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti, sono risultati soddisfatti tutti e tre i "criteri per una curva H/V affidabile"; e cinque su sei dei "criteri per un picco H/V chiaro" (vedi Tavola 2).

L'analisi dei dati acquisiti dalla metodologia **MASW**, con onde di Rayleigh, avviene attraverso le seguenti fasi:

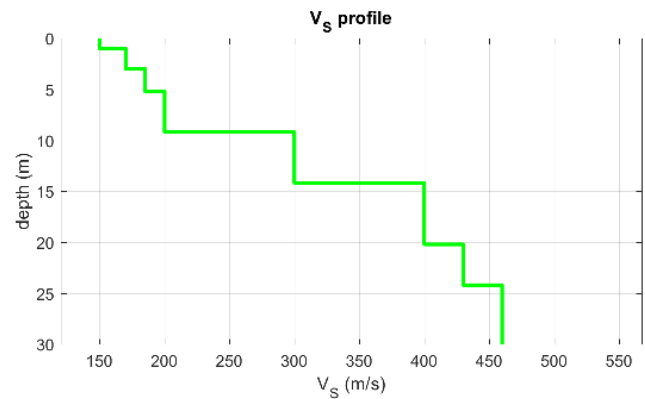
1. Calcolo dello spettro di velocità; 2. Individuazione del *modo fondamentale* e degli eventuali superiori; 3. Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia; 4. Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità Vs tramite analisi congiunta con HVSR. In alternativa (figura sotto): inversione dell'intero spettro di velocità tramite generazione di sismogrammi sintetici secondo il metodo della *Modal Summation* (Herman 2003).



Analisi congiunta MASW-HVSR: Per analisi congiunta si intende l'utilizzo di tutti i dati a disposizione all'interno dello stesso strumento di analisi. Questo tipo di analisi offre numerosi vantaggi, primo fra tutti quello di diminuire il numero dei possibili modelli sismostratigrafici (spessori/velocità) determinati dal problema della non-univocità (cioè dell'equivalenza di modelli diversi per una data curva di dispersione) che in effetti tocca tutti i metodi geofisici di superficie. Dai dati acquisiti mediante MASW si è effettuato il calcolo della curva di dispersione (con attribuzione degli spessori e delle velocità relative), ed a partire da questo la creazione, mediante il software utilizzato, di una "curva teorica" H/V. Infine confrontando tale curva con quella misurata empiricamente, si è cercato di affinare il modello sismostratigrafico in modo da ottenerne uno che rappresenti al meglio la curva di dispersione e che faccia sovrapporre le curve H/V ed in particolare la frequenza del principale picco, tipicamente legato al più profondo contatto litologico "significativo". Tale operazione consente di vincolare il modello V_s specialmente in profondità dove il margine di incertezza è maggiore. I risultati sono riportati nella Tavola 3.

Nella Tabella e nella figura sottostanti vengono riportati gli spessori e le relative velocità V_s , ricordando che, come in tutti i metodi geofisici, può essere ottenuta solo una stima del modello sismostratigrafico a causa del problema della non univocità.

Spessore (m)	Vsh (m/s)
1.0	150
2.0	170
2.2	185
4.0	200
5.0	300
6.0	400
4.0	430
Semi-spazio	460
Modello sismostratigrafico stimato	



L'analisi della dispersione delle onde superficiali ha consentito di stimare il profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro Vs,eq che risulta essere pari a **289 m/s**, considerando come riferimento il piano campagna.

Sulla base del profilo sismostratigrafico ottenuto, il sito risulta compatibile con la categoria di sottosuolo C secondo le NTC 2018 - Tabella 3.2.II, riportata sotto.

Sarà comunque cura del progettista, in base alle caratteristiche dell'opera da realizzare, alla effettiva profondità di imposta delle fondazioni, al modello sismostratigrafico riportato con il conseguente profilo verticale della Vs, ed a tutte le considerazioni del caso che riterrà opportune, attribuire il definitivo valore di Vs,eq e conseguentemente la categoria di suolo.

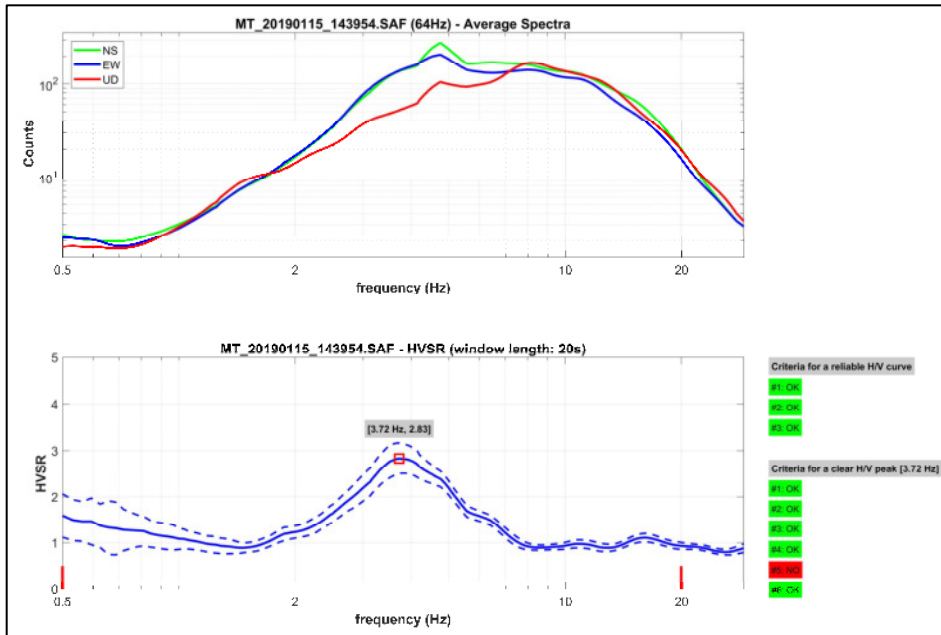
Categorie di sottosuolo (NTC 2018 - Tabella 3.2.II)	
Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Scandicci, lì 23/01/2019



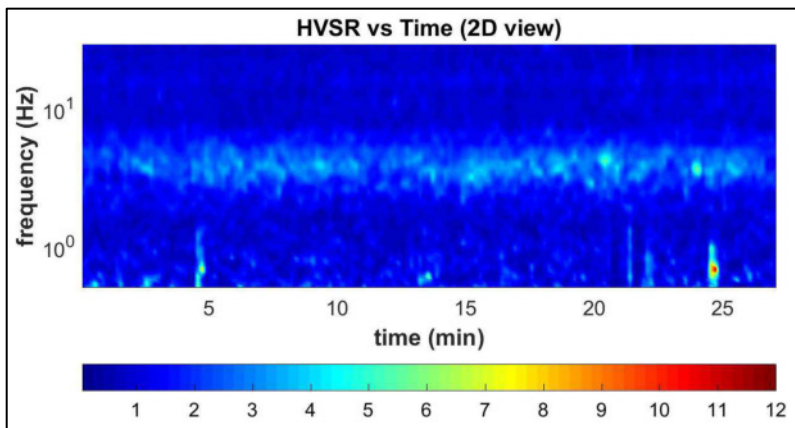
TAVOLA 1

HVSR

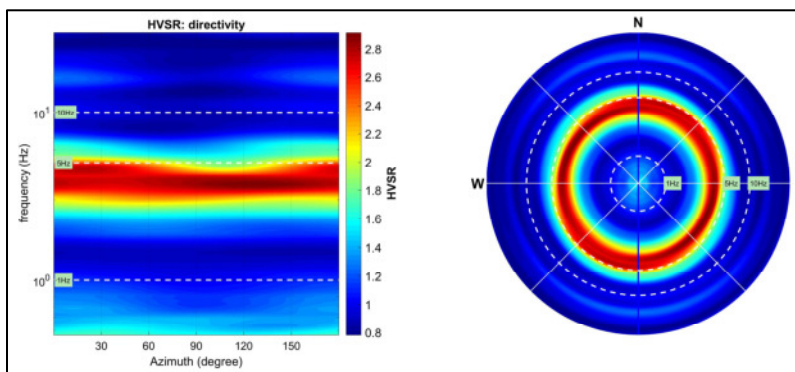


Spettri d'ampiezza delle tre componenti (orizzontali NS-EW e verticali UD)

Rapporto spettrale H/V

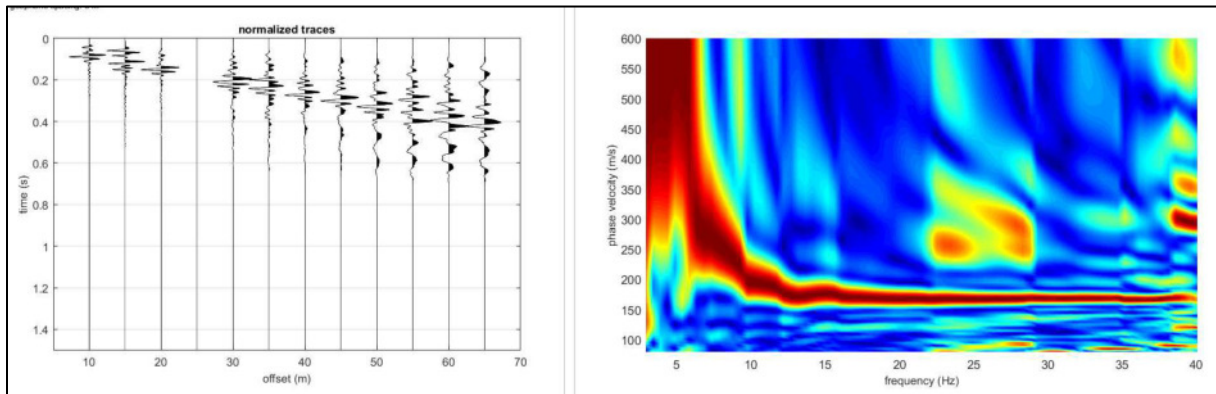


Persistenza del segnale

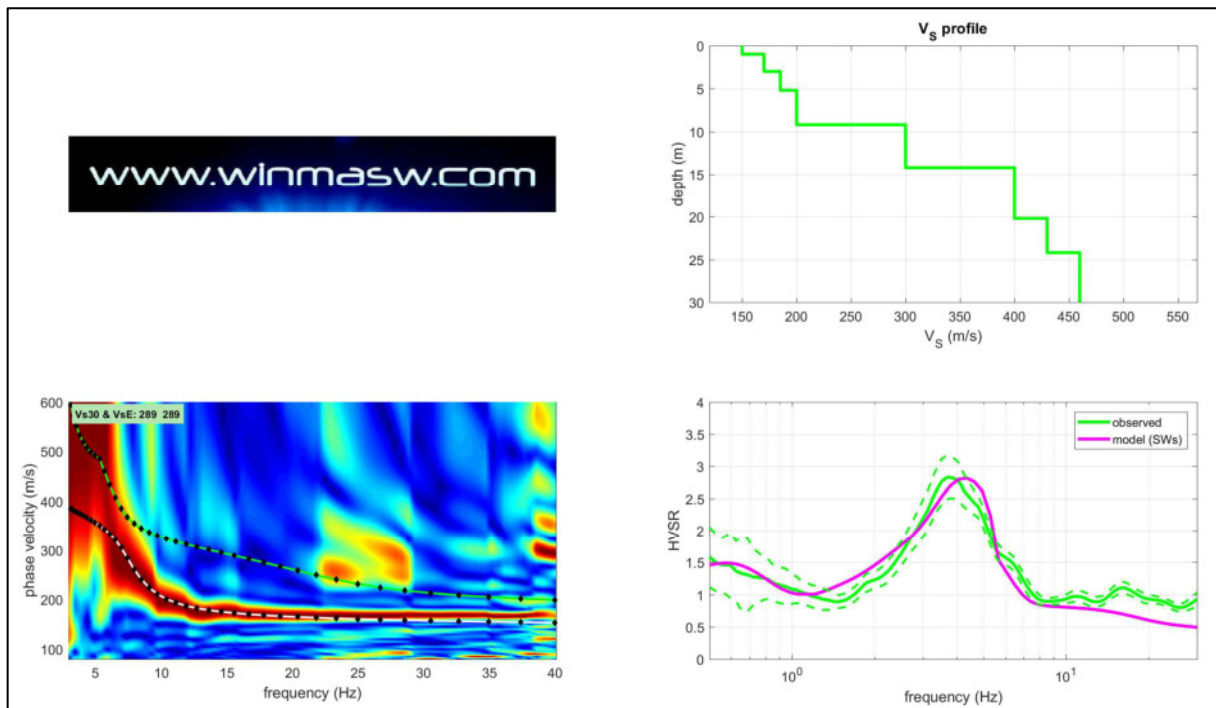


Direttività

TAVOLA 2



Componente di Rayleigh - dati acquisiti (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).



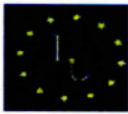
Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi congiunta di dati MASW-HVSR.

In alto: profilo verticale Vs identificato dall'inversione.

In basso a sinistra: spettro di velocità osservato con sovrapposte le curve di dispersione (componente di Rayleigh);

In basso a destra: Risultati dell'analisi congiunta MASW – HVSR a partire dal modello di Vs utilizzato per la dispersione delle onde di superficie, secondo la formulazione basata sulle onde di superficie (Albarello & Lunedei, 2009). La curva magenta ottenuta dalla modellazione approssima quella misurata empiricamente (curva verde).

TAVOLA 3



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Firenze li 13/12/2006

COMMITTENTE: Comune di Prato

LOCALITA': Paperino, Prato

V.A. n. 242/2006 del 30/11/06

TABELLA RIASSUNTIVA CERTIFICATI DI PROVA N. 2035-2040/2006

CAMPIONE	SIC1	SIC2
Profondità metri	2.0 - 2.6	5.0 - 5.6
Prova di taglio		
C (kPa)	11.4	6.7
ϕ (°)	29.4	26.7
Prova edometrica		
RR (rapporto di ricomprensione)	0.04423	0.04334
CR (rapporto di compressione)	0.09554	0.09291
SR (rapporto di rigonfiamento)	0.01664	0.02013
Cv (cm ² /sec)	5.097E-03	9.486E-03
K (cm/sec)	5.02E-08	8.82E-08
Cv (cm ² /sec)	5.010E-03	9.707E-03
K (cm/sec)	3.71E-08	2.26E-08
Parametri fisici		
Peso volume naturale (kN/m ³)	19.5	18.4
Peso volume secco (kN/m ³)	15.9	13.6
Contenuto d'acqua (%)	23.12	35.51
Granulometria		
Ghiaia (%)	2.7	1.4
Sabbia (%)	18.9	3.0
Limo (%)	57.6	77.9
Argilla (%)	20.7	17.6

Michele Palmieri

COMUNE DI PRATO

PROGETTO PER IL NUOVO IMPIANTO SPORTIVO "PAPERINO" IN VIA LILLE

Progetto: Arch. Francesco Procopio

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA

(ai sensi del D.M. 17.01.2018: «Norme tecniche per le Costruzioni», del D.G.R. N°387 del 11.05.2009,
nonché della D.P.G.R n°36R del 09.07.2009)

GEODINAMICA

STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO

di Calò J.G., Checcucci R., Scotti A.

GEOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA
GEOLOGIA AMBIENTALE

Via Giovanni Giolitti n°34, 50136 FIRENZE
e-mail: geodinamica3@gmail.com

tel. / fax 055/6505157
web: <http://geodinamica.weebly.com/>

data:
gennaio 2019

INDICE

1 - INTRODUZIONE	pag.	1
1.1 - Normativa di riferimento	pag.	1
1.2 - Vincoli e salvaguardie	pag.	1
1.3 - Fattibilità dell'intervento	pag.	2
2 - RELAZIONE GEOLOGICA	pag.	5
2.1 - Note di Geologia Regionale	pag.	5
2.2 - Sedimentologia del substrato	pag.	6
2.3 - Lineamenti geomorfologici	pag.	7
2.4 - Cenni di idrografia	pag.	7
2.5 - Inquadramento idrogeologico e permeabilità dei terreni ..	pag.	7
2.5.1 - Variazione del livello di falda nel tempo	pag.	8
2.6 - Ricostruzione del modello geologico di riferimento	pag.	9
2.6.1 - Descrizione della campagna geognostica	pag.	9
2.6.2 - Caratterizzazione stratigrafica	pag.	10
2.6.3 - Situazione idrogeologica locale	pag.	10
2.7 - Parametrizzazione fisico-meccanica dei terreni	pag.	11
2.7.1 - Caratterizzazione da analisi di laboratorio	pag.	11
2.7.2 - Caratterizzazione da prove penetrometriche	pag.	11
2.8 - Parametri fisico-meccanici medi	pag.	11
2.9 - Modello geologico di riferimento	pag.	12
2.10 - Considerazioni finali	pag.	12
2.11 - Gestione delle terre e rocce di scavo	pag.	13
3 - RICOSTRUZIONE DEL MODELLO SISMICO A GRANDE SCALA	pag.	14
3.1 - Sintesi del quadro tettonico	pag.	15
3.2 - Rischio sismico	pag.	15
3.2.1 - Dati sismotettonici	pag.	15
3.2.2 - Sorgenti sismogenetiche	pag.	16
3.2.3 - Dati sismologici	pag.	17
3.3 - Classificazione sismica	pag.	18
3.3.1 - Classificazione nazionale	pag.	18
3.3.2 - Classificazione regionale	pag.	20
3.4 - Pericolosità sismica	pag.	20
3.4.1 - Pericolosità sismica di base	pag.	22

APPENDICE I - Elaborati grafici richiamati nel testo

1 - INTRODUZIONE

Il presente lavoro ha lo scopo di studiare le caratteristiche geologiche dei terreni costituenti l'area sulla quale è prevista la realizzazione il nuovo impianto sportivo "Paperino". L'area si trova all'interno del Comune di Prato, in località Paperino, in un'area compresa tra Via Gianni Rodari, Via Como e Via Lille: la sua localizzazione territoriale è visibile in Fig.1 (stralcio carta in scala 1:25.000 e planimetria di progetto in scala 1:2.000) allegata in Appendice I.

1.1 - Normativa di riferimento

Lo studio è stato eseguito in ottemperanza al quadro normativo attualmente in vigore, con particolare attenzione a:

- **D.M. 17.01.2018** ("Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni")
- **D.G.R. n°36/R del 09.07.2009** ("Regolamento di attuazione art.117 L.R. 01/2005 - Disciplina delle attività di vigilanza e verifica delle opere e costruzioni in zone soggette a rischio sismico")
- **Voto n°36 Consiglio Sup. LL.PP. Del 27.07.2007** ("Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale")
- **Eurocodice 7.1 1997** ("Progettazione geotecnica - Regole generali"),
- **Eurocodice 7.2 2002** ("Progettazione geotecnica - progettazione assistita da prove di laboratorio"),
- **Eurocodice 7.3 2002** ("Progettazione geotecnica - progettazione assistita con prove in sito"),
- **Eurocodice 8 UNI ENV 1998** ("Resistenza sismica - parte 5"),
- **Ord.P.C.M. n°3274 del 20.03.03** e successive modifiche ed integrazioni
- **D.G.R.T n°878 del 02.10.2012** ("Aggiornamento dell classificazione sismica regionale in attuazione dell'OPCM 3519/2006 e ai sensi del DM 14.01.2008 - Revoca della DGRT 431/2006")

1.2 - Vincoli e salvaguardie

- **Vincolo idrogeologico** (L. n°3267 del 30.12.23, R.D. 1126/1926, artt. 21 e 22, **Regolamento Regionale n°48/R del 18.08.03 e s.m.i**, "Regolamento forestale della Toscana" attuato a livello comunale dal "Regolamento dei procedimenti in materia forestale ed idrogeologica", approvato con **D.C.C. n°120 del 15.11.2004**) - L'area non è vincolata.
- **Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio «Rischio Idraulico»** (D.P.C.M. n°226 del 05.11.99) - Nella «Carta guida delle aree allagate» la zona in oggetto è ricompresa nelle "aree interessate da inondazioni eccezionali", per le quali valgono i disposti di cui alla Norma 6 delle NdA. Invece, nella «Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno», l'area non è perimetrata.
- **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)** - Con delibere di Comitato Istituzionale n.231 e 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno con

apposizione delle misure di salvaguardia.

Con tali atti di pianificazione (che sostituiscono in toto il Piano di Assetto Idrogeologico Idraulico) si viene ad ottemperare a quanto previsto dalla direttiva "alluvioni" 2007/60/CE che stabiliva che entro il 22 dicembre del 2015 ogni Stato dell'Unione Europea si doveva dotare di un piano per la gestione del rischio di alluvioni nei bacini del proprio territorio nazionale.

Nella "Carta da Pericolosità per Rischio Alluvioni", l'area in esame ricade in **classe P2 (pericolosità media)**, corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni (vedi Fig.3): per tale classe non sono imposte prescrizioni particolari.

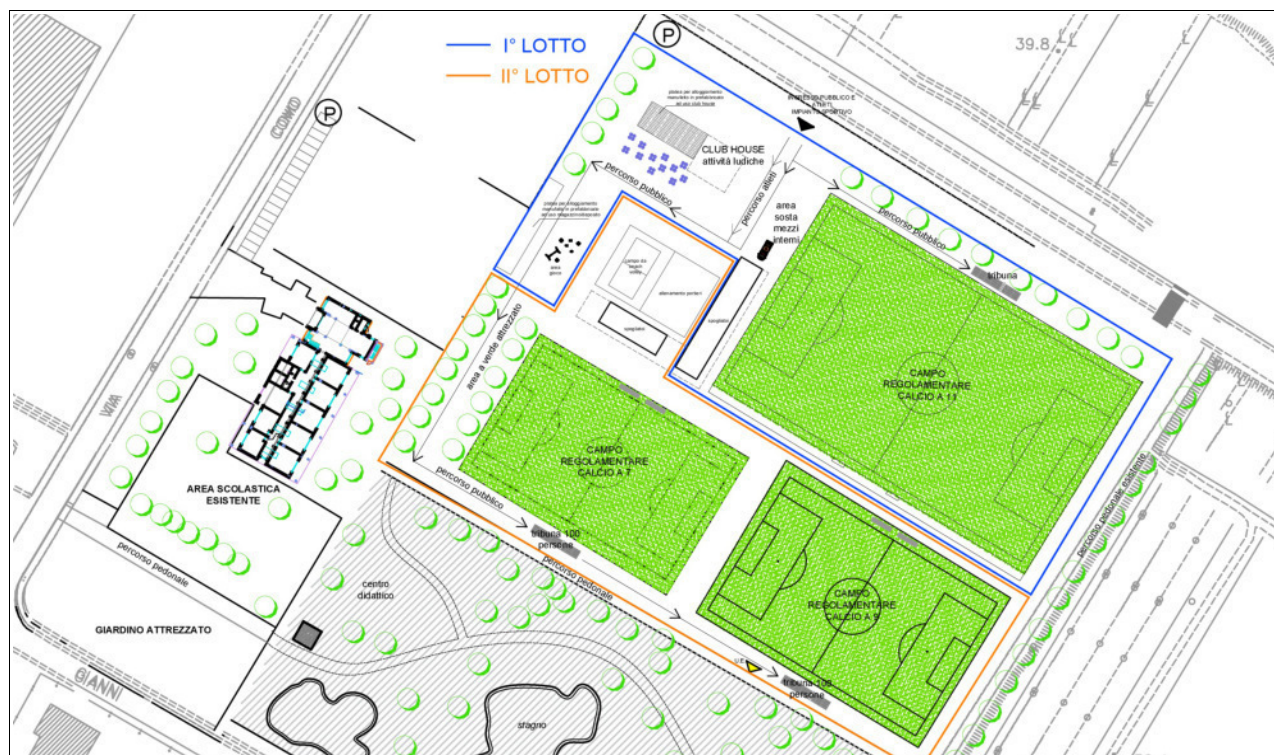
- **L'applicazione della L.R. n°41 del 24.07.2018 ("Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49. Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014")** - In considerazione della classificazione di pericolosità contenuta nel PGRA, l'area rientra negli ambiti di applicazione di questa normativa: l'ammissibilità dell'intervento rispetto a tali disposti normativi verrà valutata nel paragrafo seguente.
- **Classificazione nello S.U. vigente** - All'interno del Quadro Conoscitivo della Variante al Piano Strutturale (luglio 2018), l'area è così classificata:
 - **Carta della Pericolosità Geomorfologica** (Fig.4) - L'area, pur trovandosi in zona completamente pianeggiante e quindi non predisposta ai movimenti di massa, ricade in **classe G2 - pericolosità media**, in quanto si trova in "area con terreni alluvionali con pendenze inferiori al 25%.
 - **Carta della Pericolosità Idraulica** (Fig.5) - L'area in esame rientra in **classe I2 - pericolosità media**, in quanto rientra nelle aree interessate da allagamenti a seguito di eventi caratterizzati da tempo di ritorno superiore ai 200 anni.
 - **Carta della Pericolosità Sismica** (Fig.6) - L'area ricade in **classe S.3 - pericolosità sismica locale elevata**, in quanto ricade in zone "caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato".

1.3 - Fattibilità dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto sportivo, con campi di calcio, campo di basket spogliatoi, tribune per spettatori, club house: l'intero impianto verrà realizzato in due lotti funzionali temporalmente sfalsati (vedi lo schema nella pagina seguente).

Grazie alla consultazione dell'abaco contenuto al Capitolo 2 della Relazione Geologica di Fattibilità a supporto del Piano Operativo recentemente adottato (in data 17.09.2018), all'intervento in progetto è possibile attribuire i seguenti gradi di fattibilità:

- **Fattibilità geologica con normali vincoli (classe FG2)** - Si riferisce a previsioni per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.



- **Fattibilità idraulica condizionata (classe FI3)** - Si riferisce alle previsioni per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Nel nostro caso, anche per valutare la corretta applicazione della citata LR 41/2018, si riportano gli stralci cartografici dello studio idraulico effettuato a supporto della Variante al Piano Strutturale, che ben illustrano la condizione dell'area in esame nei confronti del rischio idraulico.

- **Carta dei battenti idraulici $Tr = 200$ anni** (Fig.7) - L'area non ricade all'interno delle zone interessate da battente idraulico
- **Carta dei ristagni delle acque basse $Tr = 200$ anni** (Fig.8) - All'interno dell'area - in alcune zone circoscritte e topograficamente depresse - si possono registrare ristagni idrici tra 0,00 e 0,30 mt di altezza

Da ciò si evince che l'area in oggetto - sulla base dello studio idraulico citato - non è gravata da battenti idraulici per eventi con tempo di ritorno duecentennale, ma solo da limitati ristagni in corrispondenza delle zone più depresse: di ciò si dovrà tenere conto nel corso della progettazione della regimazione delle acque superficiali.

Pertanto - essendo la zona esente da battente idraulico - non si applicano limiti e le prescrizioni di cui alla LR 41/2018.

- **Fattibilità sismica condizionata (classe FS3)** - Si riferisce alle previsioni per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità

degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

2 - RELAZIONE GEOLOGICA

2.1 - Note di Geologia Regionale

L'area in esame si trova all'interno della piana pratese, a sua volta compresa nel più ampio bacino sedimentario del Medio Valdarno. Tale unità paleogeografica ha forma allungata con asse maggiore orientato NW-SE ed è costituita da uno spessore variabile di depositi fluvio-lacustri, sedimentatisi entro una fossa tettonica, la cui formazione è connessa con le fasi distensive post-parossistiche dell'orogenesi appenninica miocenica, a partire dal Pliocene superiore.

Tale fase tettonica provocò nella Toscana meridionale la frammentazione della crosta terrestre lungo una rete di faglie: i blocchi sprofondati ("graben") divennero così dei bacini lacustri, fluvio-lacustri o marini, mentre le zone sollevate ("horst") costituirono delle dorsali che separavano le varie fosse di alimentazione.

Ancora oggi queste vicende tettoniche determinano lo schema della variabilità litologica e morfologica dei rilievi. In particolare, il bacino di Firenze-Prato-Pistoia presenta la sua profondità massima nella zona fra Campi Bisenzio e Calenzano (500-550 m), minori profondità si sono riscontrate tra Prato e Pistoia (400-450 m); le profondità minime sono invece presenti nella zona di Firenze (50 m nel centro cittadino).

L'emissario di questo antico lago era probabilmente ubicato alla stretta della Gonfolina: avendo la depressione un carattere endoreico, aveva i principali immissari nella Paleo-Ema nella conca di Firenze, nell'Ombrone all'estremo opposto del bacino e nel Bisenzio nella sua parte centrale.

Il progressivo abbassamento del fondo del lago veniva compensato dal forte trasporto solido di tali corsi d'acqua (in considerazione del fatto che l'area appenninica di provenienza era in forte sollevamento e quindi in accentuata erosione), che dettero luogo ad ampie conoidi clastiche (tra cui anche quella del Bisenzio).

Il fondo del bacino risultò di forma asimmetrica, incernierato in corrispondenza del margine meridionale, con maggiore profondità verso il margine settentrionale a causa dell'azione della faglia normale che lo delimitava a NE. Ulteriori faglie, trasversali rispetto al suo asse maggiore (faglia di Maiano - Bagno a Ripoli e di Castello - Scandicci), interessarono il substrato pre-lacustre, causando il sollevamento (di circa 80 m) della conca di Firenze rispetto al resto del bacino che si estinse precocemente.

In questa pianura così prosciugata si instaurò un reticolo idrografico controllato dal livello di base dell'Arno, il cui corso sfociava nel lago residuo in corrispondenza delle Cascine, formando una pseudo-conoide che si estendeva verso Osmannoro e Campi Bisenzio: tale conoide era associata nella zona della Castellina a quelle dei torrenti Ema, Greve e Vingone, e nella zona di Careggi a quella del Terzolle.

Ciò causò il raccorciamento dell'area occupata dal lago, che veniva così ad essere delimitato a Sud-Est dall'allineamento Castello-Scandicci: nel restante bacino di Prato-Pistoia, invece, continuò senza soluzione di continuità la deposizione lacustre, fino al suo totale colmamento.

Nella successiva fase alluvionale si instaurò un reticolo idrografico facente sempre capo all'Arno che, con numerosi cicli di erosione e deposizione

(coincidenti con le varie fasi glaciali che si sono succedute), rimaneggiò l'originaria superficie depositandovi una spessa coltre di sedimenti sciolti. Questi ultimi risultavano a granulometria grossolana in prossimità dei corsi d'acqua o entro gli alvei, ed a granulometria decisamente più fine nelle zone distali.

L'ultima fase evolutiva del bacino vide infine sia l'abbondante sedimentazione di materiali in corrispondenza degli alvei dell'Arno e dei suoi affluenti sia l'instaurarsi di estese zone palustri, specialmente ai margini della pianura neofornata e in prossimità dei corsi d'acqua principali, alcune delle quali perdurarono fino in epoca storica: in tali ambienti, sedimentologicamente tranquilli, si depositarono sedimenti fini con frequenti intercalazioni torbose.

2.2 - Sedimentologia del substrato

Da quanto sopra detto, l'area in esame si trova all'interno della piana costituita dai "**Depositi alluvionali recenti**" datati Olocene (vedi Fig.9) che, nel corso del tempo, si sono accumulati durante i frequenti episodi alluvionali che hanno interessato i corsi d'acqua prima che questi venissero regimentati con specifiche opere idrauliche. In particolare questi sedimenti alluvionali (limi argillosi più o meno sabbiosi) sono stati deposti dai principali torrenti Bisenzio, Calice, Bardena e Iolo al di sopra del vasto e più profondo accumulo di sedimenti più grossolani costituito dalla grande conoide del fiume Bisenzio.

E' questo un vasto corpo sedimentario ghiaioso dalla tipica forma tronco-conica (con asse maggiore orientato in direzione NNE-SSO) formatosi in seguito all'accumulo di sedimenti dovuto al passaggio dal percorso vallivo a quello di pianura del fiume Bisenzio che sbocca al centro della fascia settentrionale della piana.

Tale struttura, nella quale la dimensione dei sedimenti si riduce progressivamente (a partire da ghiaie e sabbie ghiaiose) procedendo dal margine verso il centro del bacino, risulta estremamente eterogenea dal punto di vista granulometrico. Le stratificazioni ghiaiose si incontrano a partire da una profondità di circa 7-8 m dal piano campagna e possiedono in generale una buona continuità laterale e quindi dimensioni considerevoli, poiché la conoide assume una struttura dispersa solo più a sud rispetto all'area pratese.

I depositi di delta conoide sono costituiti prevalentemente da materiali a grana grossa, ghiaie e sabbie. La loro formazione è caratterizzata da una prima fase di espansione del corpo della conoide, fino a raggiungere quasi il margine opposto della piana, dovuta ad un progressivo aumento dell'apporto macroclastico, con prevalenza di ghiaie.

A questa è seguito, probabilmente a partire dalla fine dall'ultima glaciazione, un periodo di progressiva riduzione di materiale clastico grossolano con successiva incisione della conoide stessa da parte del fiume Bisenzio.

L'area in esame - in particolare - si trova spostata sul margine sud-orientale del territorio pratese, in una zona dove la citata conoide risulta avere assetto più discontinuo, con prevalenza di sedimentazione fine e con i sedimenti grossolani sovente immersi in matrice fine e senza continuità laterale.

2.3 - Lineamenti geomorfologici

Il lotto in esame si trova in un'area completamente pianeggiante - alla quota variabile tra 39,50 e 40,0 mt slm - ai margini dell'abitato di Paperino e circondata dalla viabilità di penetrazione al centro abitato e al Macrolotto: buona parte del lotto risulta adibita a seminativo, mentre una fascia laterale è occupata da piccoli orti privati.

In considerazione di ciò, l'area risulta priva di forme del terreno particolarmente significative; quelle poche che si potevano ritrovare sono state completamente alterate dall'estesa attività antropica (agricola ed edilizia).

2.4 - Cenni di idrografia

Il reticolo idrografico della zona è costituito da vari corsi d'acqua organizzati secondo la tipica gerarchizzazione idraulica delle pianure ad alto impatto antropico (*corsi di acque alte*, i *corsi di acque basse* e le *canalette agricole*). Nella zona in studio la rete idrica delle *acque basse* fa capo alla Gora di Castelnuovo: al suo interno recapitano invece le *canalette agricole* presenti nell'area: si tratta di tutte le piccole incisioni che solcano i campi ma che non garantiscono il buon drenaggio dell'area.

Infatti, nel corso e a seguito di prolungati periodi piovosi all'interno dell'area si verificano ripetuti ristagni nelle aree morfologicamente più depresse (illustrate in Fig.8)

2.5 - Inquadramento idrogeologico e permeabilità dei terreni

Il sottosuolo della pianura pratese è sede di un acquifero fra i più importanti del bacino dell'Arno: le ghiaie ed i ciottolami della conoide del Bisenzio raggiungono uno spessore massimo di 50 metri e forniscono ai pozzi portate piuttosto elevate. Anche al di sotto del corpo acquifero principale, fino alla profondità di oltre 300 m, sono presenti livelli di ghiaie con falde in pressione.

Nell'area di Prato è possibile riconoscere un sistema acquifero composto da una serie di livelli permeabili (ghiaie con matrice sabbiosa e/o limosa) intercalati da strati acquiclude o acquitardi (limi e argille), che comportano la presenza di più falde.

La prima falda, libera, è contenuta nel corpo principale della conoide, e risulta costituita da ciottolami e ghiaie che a partire da profondità di 2 - 10 mt. dal piano di campagna arrivano fino a profondità di 60 m, profondità che diminuisce andando verso i margini della conoide.

Lo spessore di tale corpo ghiaioso è assai variabile e raggiunge il massimo di 45 metri nella zona centrale della conoide. I livelli limosi e argillosi all'interno di questa falda principale sono scarsi nella zona apicale e centrale della conoide, mentre aumentano verso le aree marginali, comunque non raggiungono mai per estensione e spessore una continuità tale da impedire la circolazione idrica fra i livelli più permeabili di ghiaie.

Tale falda, pertanto, può essere considerata un acquifero monostrato. Al di sotto del corpo acquifero principale sono presenti, soprattutto nella zona apicale e centrale, altri livelli permeabili inter-comunicanti ed ospitanti

falde; in esse si evidenziano scambi idrici sia tra loro che con la falda libera sovrastante.

Infine, sulla base di quanto riportato nella Carta delle Problematiche Idrogeologiche allegata alla Variante al Piano Strutturale 2018 (vedi Fig.11), è possibile registrare nell'area in esame un livello di falda alla quota di circa 31,0 mt slm (misura freaticometrica del 2015), corrispondente ad una profondità variabile tra 8,50 e 9,00 metri dal piano di campagna, in una zona caratterizzata da una permeabilità superficiale medio-bassa, di tipo primario.

2.5.1 - Variazione del livello di falda nel tempo

Lo scrivente si è occupato in passato dello studio geologico relativo alla vicina Scuola Primaria (anni 2006 - 2012) ed ha potuto così constatare che in questo lasso di tempo il livello delle acque sotterranee ha subito notevoli escursioni. A tal proposito, si elencano le seguenti circostanze.

- Al momento della redazione della relazione geologica (dicembre 2006) fu messo in evidenza il seguente quadro idrogeologico.
 - Dai piezometri installati entro i fori penetrometrici fu rilevato un livello idrico variabile tra 7 e 8 mt. di profondità: questo è riferibile ad un livello idrico sospeso contenuto all'interno del primo orizzonte ghiaioso. Tale livello idrico risente grandemente dell'alimentazione superficiale, pe cui la sua produttività e la sua presenza sono legate ai cicli stagionali.
 - Il piezometro installato entro il foro di sondaggio mise in luce - invece - un livello idrico a circa 17 metri di profondità rispetto al piano di campagna attuale: tale livello corrisponde alla falda acquifera freatica principale della piana pratese, contenuta entro i livelli macroclastici puliti e maggiormente potenti afferenti alla conoide di Prato, caratterizzati da buoni valori dei parametri idrodinamici.
- Nel 2011, a seguito di fenomeni di ristagno di acqua verificatisi all'interno del reticolo di travi di fondazione del vicino edificio scolastico, furono eseguite specifiche analisi in merito, grazie alle quali fu possibile concludere quanto segue.
 - La brusca diminuzione degli emungimenti e la forte alimentazione degli ultimi anni hanno contribuito a ripascere sensibilmente la falda pratese, fino a saturare completamente il corpo ghiaioso principale (che nell'area in esame si trova 13 mt di profondità).
 - Tale fenomeno ha probabilmente instaurato una risalita capillare dell'acqua verso il livello ghiaioso superiore: così anche tale livello si è completamente saturato e l'acqua ivi contenuta ha acquisito un certo grado di pressione.
 - Tale pressione è la responsabile della risalienza di tale acqua dal livello ghiaioso superiore verso la superficie: i saggi con escavatore hanno dimostrato che asportando circa 3,5 metri di terreno il livello piezometrico non riesce più ad essere confinato e l'acqua inizia a risalire.

- Il fenomeno si manifesta anche all'interno del fabbricato perché evidentemente i nuovi carichi apportati risultano sensibilmente inferiori rispetto al peso del terreno asportato, tanto da non compensare la risalita del livello piezometrico.

2.6 - Ricostruzione del modello geologico di riferimento

2.6.1 - Descrizione della campagna geognostica

In considerazione della tipologia di intervento e dei volumi previsti, il progetto ricade all'interno della **classe d'indagine 2** del **D.P.G.R. N°36/R** del **09.07.2009** (volume lordo compreso tra 150 e 1.500 mc). In ottemperanza a tale normativa, le caratteristiche geologico-geotecniche del substrato sono state studiate grazie alla seguente campagna geognostica:

- n°6 prove penetrometriche statiche spinte sino alla profondità massima di 9,60 mt dal piano di campagna, effettuate grazie all'utilizzo di un *penetrometro statico* da 20 tonn su mezzo semovente cingolato, dotato di punta Begemann con manicotto laterale ("*friction jacket*"). Questo consente la misurazione sia della resistenza alla punta R_p che della resistenza per attrito laterale R_l : dall'elaborazione di queste due grandezze è possibile risalire - tramite appositi abachi - alla natura ed alla consistenza dei vari terreni attraversati.
- n°1 indagine geofisica di superficie mediante Metodologia MASW, con lo scopo di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette VS30).

Tali indagini sono state integrate con la consultazione della campagna geognostica effettuata nel 2006 dallo scrivente nel lotto adiacente e consistente in:

- N°5 prove penetrometriche statiche, spinte alla profondità massima di 8,80 mt. rispetto al piano di campagna attuale, in corrispondenza della quale si è ottenuto il rifiuto all'infissione della punta. Per la loro esecuzione è stato utilizzato un penetrometro statico da 20 tonn montato su mezzo semovente, dotato di punta Begemann con *Friction Jacket*, che misura sia la resistenza alla punta (R_p) che quella per attrito laterale (R_l): dal rapporto tra queste due grandezze, è possibile risalire ad informazioni sulla natura e stato fisico dei terreni attraversati (BEGEMANN 1966, AGI 1977, SCHMERTMANN 1978).
- N°1 sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove SPT nei livelli ritenuti significativi, spinto alla profondità di 24 metri dal piano di campagna. All'interno del sondaggio fu installato un piezometro fenestrato a tubo aperto, in modo da consentire la misurazione della profondità del livello idrico.
- I campioni prelevati furono sottoposti ad analisi di laboratorio per la determinazione delle proprietà indici, dei parametri meccanici e della compressibilità dei materiali: analisi granulometrica, determinazione dell'umidità naturale, determinazione del peso di volume, prova di Taglio Diretto consolidata drenata CD, prova edometrica.

Grazie a tutte le indagini geognostiche sopra menzionate è stato possibile ricostruire la natura e lo stato fisico del cosiddetto "volume significativo geotecnico".

L'ubicazione sul terreno delle indagini geognostiche citate è riportata in Fig.11, mentre i relativi certificati di prova sono riportati nel fascicolo tecnico dedicato.

2.6.2 - Caratterizzazione stratigrafica

Dai dati desumibili dagli elementi geognostici disponibili, è stato possibile ricostruire la sezione stratigrafica riportata in Fig.9, dalla quale si evince il seguente modello stratigrafico, assai omogeneo in senso laterale in tutto il lotto.

- **Unità A: livello superficiale preconsolidato** – *Limi sabbiosi e argilloso-sabbiosi color nocciola e beige caratterizzati da un elevato grado di consistenza indotto dal preconsolidamento per ritiro stagionale. Gli effetti di tale preconsolidazione si risentono a profondità variabili tra 2,00 mt (CPT5 e CPT9) e 3,00 mt (CPT6) dal piano di campagna.*
Tali effetti rimaneggiano progressivamente il terreno deteriorandone alla lunga le caratteristiche geotecniche; a conferma di ciò si rileva che l'indagine sismica riconosce questo livello come terreno areato e rimaneggiato, caratterizzato da basse velocità sismiche.
- **Unità B: alluvioni recenti granulometricamente fini** – *Al di sotto si incontrano limi argillosi, argille limoso-sabbiose ed argille sia color nocciola che grigio, frequentemente screziati, con livelli contenenti noduli carbonatici secondari e sporadici livelletti torbosi arealmente assai limitati, caratterizzati da un grado di consistenza gradualmente decrescente verso il basso. Tali sedimenti si estendono a profondità variabili tra 7,00 mt (CPT1) e 7,80 mt (CPT5, CPT8, CPT9 e CPT10)*
- **Unità C: alluvioni recenti macroclastiche** – *Tutte le prove penetrometriche hanno dato rifiuto all'infissione entro questo orizzonte, costituito da ghiaie e ghiaietto in matrice sabbioso-limosa talora assai abbondante (i clasti non sono a contatto tra loro): solo sporadicamente si incontrano livelli grano-sostenuti, con netta prevalenza dello scheletro rispetto alla matrice fine.*
Tali livelli sono riferibili ai processi di sedimentazione maggiormente distale del sistema della conoide pratese: dal sondaggio eseguito nel 2006 si ricava che questo orizzonte si estende in profondità sino a 970 cm. dal piano di campagna.

2.6.3 - Situazione idrogeologica locale

Misurazioni freaticometriche effettuate nei piezometri installati all'interno delle verticali penetrometriche hanno messo in luce un livello idrico a -8,00 mt dal piano campagna. Sulla scorta di quanto riportato al par. 2.5, tale misurazione ha rilevato il livello piezometrico dell'acquifero principale contenuto nelle ghiaie della conoide pratese: si nota quindi che - rispetto alle anomalie registrate in passato e riportate nei precedenti paragrafi - la situazione idrogeologica dell'area sta andando verso la normalizzazione.

Tale livello è del tutto scollegato rispetto al possibile livello idrico sospeso che si può instaurare nei primi livelli di terreno a seguito di prolungati periodi piovosi e che può essere responsabile anche dei diffusi ristagni sulla superficie.

2.7 - Parametrizzazione fisico-meccanica dei terreni di fondazione

2.7.1 - Caratterizzazione da analisi di laboratorio

I campioni indisturbati prelevati con campionatore Shelby nel corso del sondaggio eseguito nel 2006 hanno consentito a fornire una compiuta parametrizzazione fisico-meccanica dell'Unità B. Il riassunto dei certificati delle analisi effettuate dal laboratorio sono allegati nell'apposito fascicolo tecnico.

	Campione	S2C1	S3C1
	Profondità prelievo (m)	2,00 - 2,60	5,00 - 5,60
Granulometria	Ghiaia (%)	2,70	1,40
	Sabbia (%)	18,90	3,00
	Limo (%)	57,60	77,90
	Argilla (%)	20,70	17,60
Prova di taglio	Coesione - c (kPa)	11,40	6,70
	Angolo d'attrito interno - ϕ (°)	29,40	26,70
Parametri fisici	Peso volume naturale (kN/m ³)	19,50	18,40
	Contenuto in acqua (%)	23,12	35,51

2.7.2 - Caratterizzazione da prove penetrometriche

Usando i dati ricavabili dalle penetrometrie è possibile assegnare alle varie unità litologiche i seguenti parametri fisico-meccanici medi. Trattandosi di elaborazioni statistiche, vengono considerate assieme tutte le verticali d'indagine, indipendentemente dalla loro ubicazione rispetto ai due fabbricati.

Unità	Spessore medio (mt)	γ (kN/m ³)	c_u (kN/m ²)	ϕ	M (kN/m ²)	E (kN/m ²)	ν
A	2,50	19,16	215,68	-	18.947	13.557	0,35
B	4,90	18,21	71,14	25,11	6.532	4.680	0,39
C	-	19,82	410,56	32,96	17563	42.410	0,26

2.8 - Parametri fisico-meccanici medi

Di seguito viene fornita la parametrizzazione media delle Unità lito-stratigrafiche definite e descritte nei precedenti paragrafi, attingendo a

tutti i dati geognostici disponibili.

Unità	Spessore medio (mt)	γ (kN/m³)	<i>c_u</i> (kN/m²)	<i>c</i> (kN/m²)	ϕ	<i>M</i> (kN/m²)	<i>E</i> (kN/m²)
A	2,50	19,16	215,68	-	-	18.947	13.557
B	4,90	18,21	71,14	8,79	25,03	6.532	4.680
C	-	19,82	410,56	0,00	32,96	17.563	42.410

2.9 - Modello geologico di riferimento (M.G.R.)

Sulla base degli elementi geologici, idrogeologici e geognostici acquisiti è possibile ricostruire il seguente modello geologico, da utilizzarsi sia nello studio sismico del sito che nel successivo studio geotecnico.

Modello geologico di Riferimento	
<i>Ubicazione</i>	<i>Via Rodari, Via Como e Via Lille, Paperino (PO)</i>
<i>Ambiente di sedimentazione</i>	<i>Fluviale</i>
<i>Costituzione geologica</i>	<i>Alluvioni recenti</i>
<i>Caratteri stratigrafici</i>	<i>Limi argilloso-sabbiosi a varia consistenza con sottostanti ghiaie</i>
<i>Caratteri geomorfologici</i>	<i>Area pianeggiante ai margini dell'abitato a quota tra 39,5 e 40,0 mt slm</i>
<i>Caratteri idrogeologici</i>	<i>- 8,00 mt dal p.c (misura gennaio 2019)</i>
<i>Pericolosità geomorfologica</i>	<i>G.2</i>
<i>Pericolosità idraulica</i>	<i>I.2</i>
<i>Pericolosità sismica locale</i>	<i>S.3</i>
<i>Pericolosità idraulica (P.G.R.A)</i>	<i>Pericolosità media (P.2)</i>
<i>Vincolo Idrogeologico</i>	<i>Area non vincolata</i>

2.10 - Considerazioni finali

Il modello geologico ricostruito consente comunque di esporre le seguenti considerazioni finali.

- I primi metri di terreno - in tutta l'area - sono caratterizzati da una marcata preconsolidazione per ritiro stagionale, che altera sensibilmente le reali caratteristiche fisico-meccaniche dei sedimenti.
- Pertanto, in via cautelativa, il dimensionamento delle fondazioni dovrà essere effettuato riferendosi all'Unità B, ipotizzando che l'Unità A non

fosse presente.

- Tutta l'area è caratterizzata da una successione sedimentologica assai costante in senso laterale.
- Inoltre, non essendo previsti locali interrati, non si ravvisano interferenze tra le future fondazioni ed il livello di falda misurato.
- Infine, in considerazione della accertata possibilità di ristagni superficiali a seguito di eventi piovosi molto intensi e/o prolungati (assai dannosi soprattutto per i campi da gioco), riteniamo opportuno che i progettisti pongano particolare attenzione nella regimazione idraulica superficiale dei due lotti funzionali, in modo da garantire un efficiente recapito delle acque verso le previste vie di smaltimento.

2.11 - Gestione delle terre e rocce di scavo

Allo stato attuale della progettazione, non sono quantificabili i reali quantitativi di materiale prodotto dalle operazioni di scavo (derivanti dalle operazioni di scavo delle fondazioni e dei livellamenti per recuperare l'orizzontalità delle porzioni destinate a campo da gioco). Di seguito - pertanto - si riporteranno tutti gli adempimenti a cui ottemperare nelle varie opzioni di destinazione finale delle terre di scavo, ai sensi della norma attualmente vigente (D.P.R. N°120/2017).

Prioritariamente è necessario mettere in evidenza che, indipendentemente dalla loro destinazione finale, con la citata normativa **diventa obbligatoria la preventiva analisi chimica delle terre di scavo, finalizzata alla dimostrazione analitica della loro non contaminazione**. In particolare, per i cantieri di piccole dimensioni (volume scavato < 6.000 mc in banco):

- nel caso di riutilizzo in sito è necessario fare l'analisi chimica delle terre, che il produttore deve conservare ed eventualmente esibire in caso di controllo
- nel caso di riutilizzo delle terre di scavo come sottoprodotto (riutilizzo in altro sito), è necessario presentare una "dichiarazione di utilizzo" ad ARPAT e Comune di produzione, al massimo 15 gg. prima dell'inizio delle operazioni di scavo.
- nel caso di gestione delle terre di scavo come rifiuto (smaltimento delle stesse in discarica o riutilizzo) valgono i disposti della vigente normativa sui rifiuti

esterna della catena appenninica. La divergenza obliqua tra questo corpo orogenico più mobile e la parte interna della stessa catena - meno mobile - ha provocato deformazioni estensionali e transtensionali sinistre nella parte assiale dell'Appennino, dando origine a faglie normali e fosse che sono associate con la sismicità più intensa.

3.1 - Sintesi del quadro tettonico

La storia sismica conosciuta di una zona permette di identificare solo una piccola parte delle faglie che si sono sviluppate durante la sua storia evolutiva, in tempi geologici: quindi, questa informazione parziale può essere largamente insufficiente per valutare in modo realistico la potenzialità sismogenetica della zona in oggetto. Considerando i blocchi crostali attualmente implicati nel quadro tettonico, la loro presunta cinematica e la distribuzione dei terremoti principali, è possibile riconoscere cinque principali zone sismiche della Toscana: (Lunigiana-Garfagnana, Mugello, Appennino Forlivese, Alta Valtiberina e Chianti-Montagnola Senese).

Gli eventi sismici sono sempre correlati all'attività tettonica e neotettonica delle faglie, più o meno profonde: conoscendo l'ubicazione delle faglie principali e del loro grado di attività, è possibile ipotizzare le aree che potrebbero essere interessate da una certa attività sismica. Ciò è particolarmente dimostrato in Mugello dove vi è la maggior concentrazione di terremoti di forte intensità in accordo con la maggior concentrazione di faglie attive. D'altro canto, alcune zone quali il Valdarno superiore presentano numerose faglie attive, ma non rappresentano record storici per quanto riguardano forti terremoti.

Sulla base dei dati ottenuti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (che include i principali terremoti italiani dal 416 a.C. Al 1997) si nota che 46 eventi di intensità compresa tra 4 e 9 della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (M.C.S.) hanno un epicentro ubicato all'interno del territorio provinciale di Firenze e Prato.

Di questi, molti sono i terremoti nell'area del Mugello, un'abbondante densità di terremoti strumentali viene registrata nel Comune di Firenzuola e nei Comuni adiacenti, mentre una fascia di media intensità si localizza tra i Comuni di Montespertoli, San Casciano e Certaldo (zona sismica Chianti-Montagnola Senese). In sintesi i comuni più sismici sono quelli a NE della Provincia in cui l'accelerazione massima prevista per un tempo di ritorno di 475 anni è di 0,25g mentre per i comuni nella parte sud occidentale l'accelerazione prevista è 0,12g.

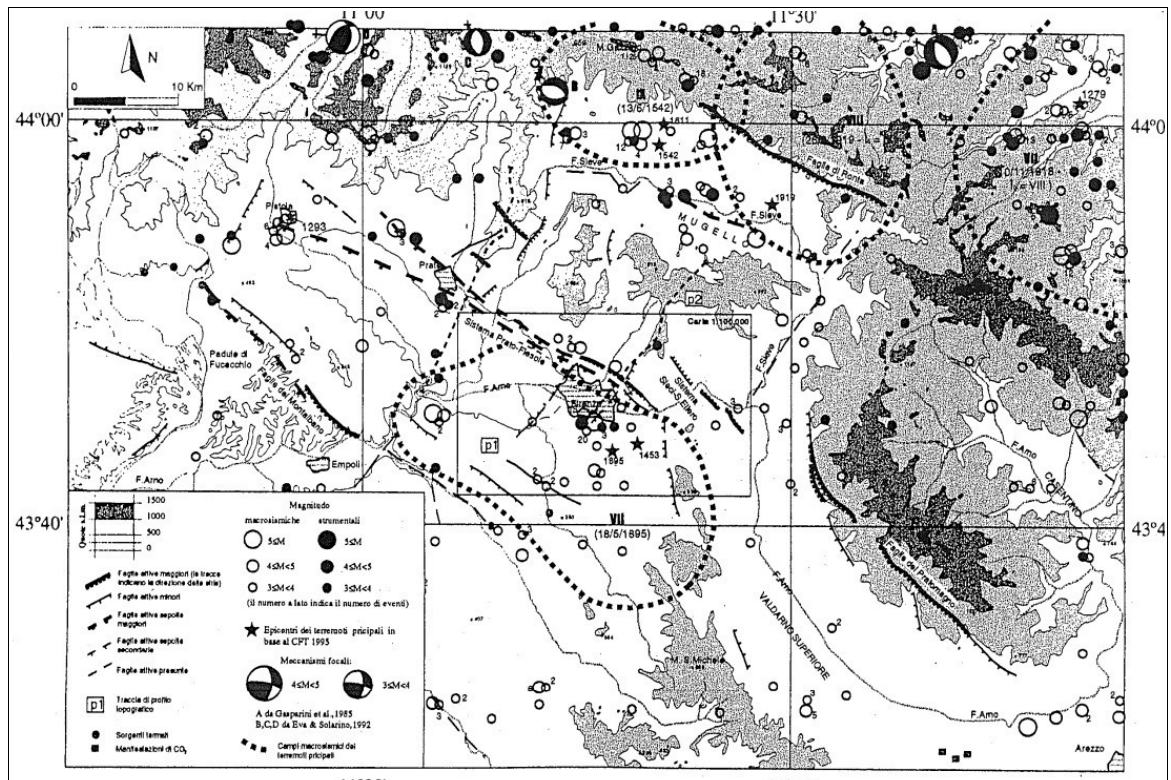
3.2 - Rischio sismico

3.2.1 - Dati sismotettonici

L'area fiorentino-pratese è caratterizzata da un'attività tettonica disgiuntiva (faglie normali di Fiesole, di Scandicci-Castello e di Maiano-Bagno a Ripoli) recente (fino a circa 500ky): queste tuttavia non sono tali da far ritenere tali faglie sede di tettonica attiva. I dati geomorfici e di geologia del sottosuolo non sembrano evidenziare in epoche geologiche anche recenti l'occorrenza di eventi sismici di ordini di grandezza sensibilmente superiori a

quanto accaduto in epoca storica per le aree contigue a tettonica disgiuntiva attiva (Mugello e Garfagnana).

La carta sismotettonica dell'area evidenzia numerose strutture caratterizzate da faglie recenti (sia sepolte che affioranti) quali il sistema della faglia di Fiesole, il sistema Sieci-Ellera, le faglie di Castello-Scandicci e Maiano-Bagno a Ripoli e, nel bacino del Mugello le faglie di Ronta (vedi sotto).



La ricostruzione dei campi macrosismici di eventi del passato ricalca quella che è la distribuzione dei terremoti attuali, registrati da reti sismometriche.

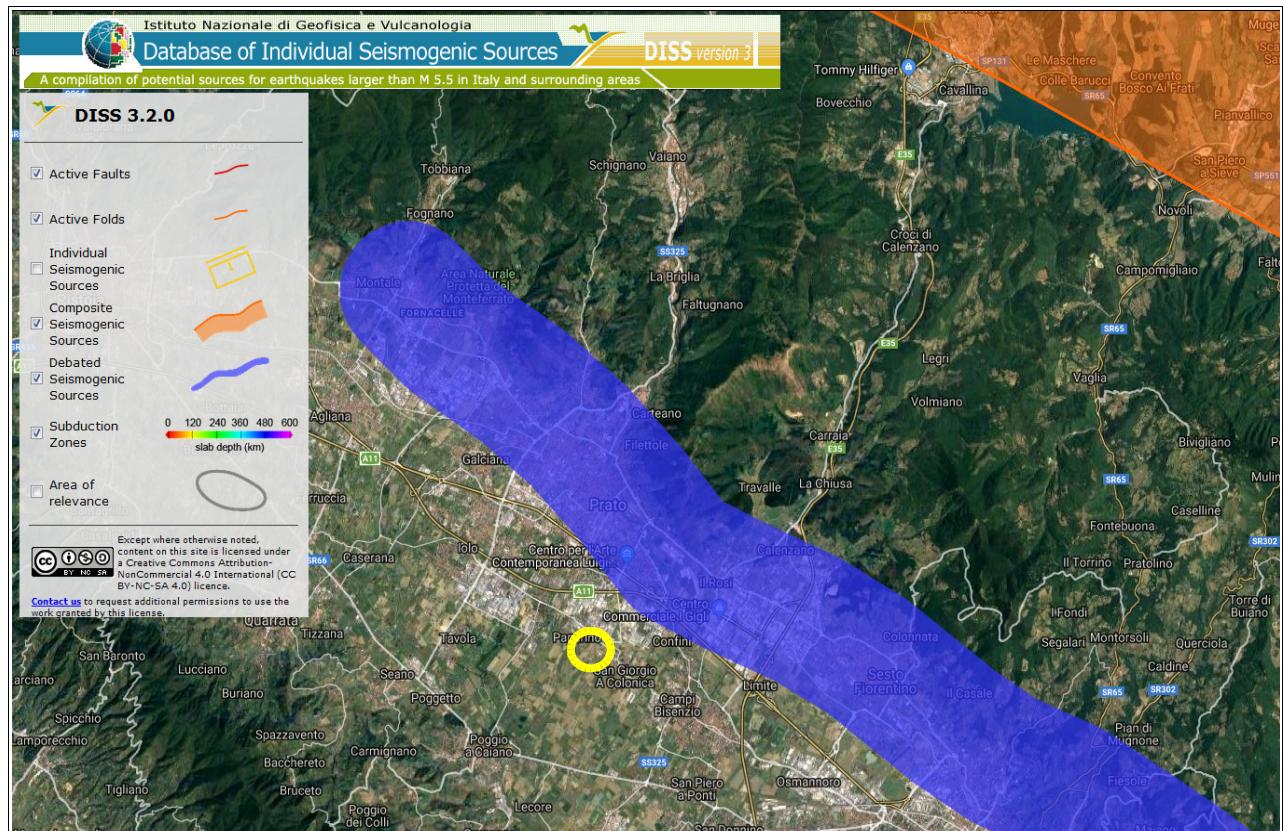
3.2.2 - Sorgenti sismogenetiche

E' importante valutare - per la stima della reale pericolosità sismica di un sito - l'individuazione delle cosiddette "faglie attive e capaci", cioè faglie che per definizione stessa, hanno avuto un movimento negli ultimi 10ky (o due negli ultimi 500ky), che sono in grado di "rompere" il terreno in superficie e che quindi sono le principali candidate a possibili movimenti futuri.

Laddove siamo in presenza di una struttura del genere, l'analisi di pericolosità sismica con metodi deterministici è appropriata per definire per ogni zona sismogenetica un terremoto caratteristico, definito tramite il valore dello scuotimento al suolo dovuto alle sorgenti sismogenetiche più vicine.

I grandi sistemi tettonici sismogenetici, considerati potenziali sorgenti di terremoti a magnitudo maggiore di 5,5, sono riportati nel **DISS3 (DISS**

Working Group, 2015).



Come è facile notare dall'immagine sopra, l'area in esame è abbastanza lontana (circa 19 Km) dalla sorgente sismogenetica più vicina, costituita dalla "Faglia Attiva Mugello - Città di Castello - Leonessa (ITCS037)", che si estende per più di 200 Km lungo l'ossatura principale dell'Appennino, alla quale è associata un'intensa sismicità media ($4,50 < M_w < 5,5$).

L'area è tuttavia prossima (circa 2,0 Km) alla sorgente sismogenetica non accertata denominata "Prato-Fiesole Faut System (ITDS015)", proposta nei primi anni 2000 sulla base di evidenze geologiche.

3.2.3 - Dati sismologici

Pur non avendo memoria di forti eventi sismici nella storia - l'area fiorentino-pratese non può essere comunque ritenuta un'area a rischio sismico nullo o comunque molto basso, risentendo della relativa vicinanza di importanti sorgenti sismiche (vedi sopra), poste a nord ed a sud della città. La prima, capace nel passato di generare terremoti di magnitudo M_s compresa tra 5 e 6, si situa nel bacino del Mugello (come già detto in precedenza) a nord di Firenze (circa 30-40 km dal centro cittadino).

La seconda, con magnitudo storiche stimate più basse, si situa invece a sud, relativamente più vicina al nucleo urbano fiorentino rispetto alla precedente (circa 15 km di distanza dal centro). Proprio questa costituisce l'area sismogenetica responsabile dei maggiori effetti macrosismici risentiti a

Firenze e zone limitrofe. In particolare il terremoto del 18 maggio 1895 (e replica del 6 giugno) rappresenta l'evento più importante finora documentato, ed ha avuto un'intensità stimata e corretta del VII grado della Scala MERCALLI-CANCANI-SEBEL: per questo motivo tale evento può essere considerato il terremoto di progetto per l'area fiorentino-pratese, di riferimento per le valutazioni qualitative e quantitative dell'impatto sismico sul territorio del Comune.

Il grado di sismicità di una determinata zona viene valutato sulla base delle informazioni disponibili nei cataloghi sismici: sebbene i cataloghi sismici si estendano ai primi periodi della nostra civiltà, l'intervallo di osservazione è pur sempre limitato per poter essere significativo. Nel nostro caso, è stato possibile acquisire l'elenco dei terremoti storici (dal 217 a.C. al 2002) ed attuali (2009-2018) di un'area attorno a Prato avente raggio di 30 Km. Dall'analisi dei dati si nota quanto segue:

- Il maggiore evento è stato registrato nel 1542 con magnitudo $M = 5,91$ ed epicentro a Scarperia (distanza di circa 26 Km dall'area in esame)
- I terremoti attuali sono tutti caratterizzati da magnitudo molto inferiori rispetto a quelle dei terremoti storici, generalmente variabili tra $M = 1,00$ e $M = 3,00$, con l'eccezione di due eventi che hanno fatto registrare una magnitudo $M = 4,30$ (2009 e 2015, con epicentri distanti più di 20 Km dall'area in esame)

Si noti che la magnitudo citata è da intendersi come **Magnitudo Equivalente Me**, che viene calcolata secondo i parametri della Scala Mercalli-Sieberg: essa è quindi una grandezza relativa.

Concludendo, nonostante che in questo bacino l'attività sismica sia nel complesso modesta, l'alta densità di popolazione, concentrata in tre città principali e numerosi centri minori, la cospicua presenza di infrastrutture industriali e l'ingente patrimonio storico-artistico implicano una vulnerabilità molto elevata e rendono quindi particolarmente importante valutare in modo realistico la pericolosità sismica.

3.3 - Classificazione sismica

3.3.1 - Classificazione nazionale

La legislazione antisismica italiana - oggi allineata alle più moderne normative a livello internazionale - prescrive norme tecniche in base alle quali un edificio debba sopportare senza gravi danni i terremoti meno forti e senza crollare i terremoti più forti, salvaguardando soprattutto le vite umane.

Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità.

I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale nel quale risiede il 40% della popolazione. Il Comune di Prato - in particolare - è stato classificato sismico per la prima volta con D.M. 19.03.1982 e fu inserito in classe 2.

Nel 2003 vennero emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative

alla pericolosità sismica del territorio (analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo).

A tal fine è stata pubblicata l'**O.P.C.M. n.3274 del 20.03.2003** ("*Criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*"), che dettava i principi generali sulla cui base le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (D.L. n.112/1998 e D.P.R. n.380/2001 "*Testo Unico delle Norme per l'Edilizia*"), dovevano compilare l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone in cui veniva riclassificato il territorio nazionale.

Zona 1 - E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti

Zona 2 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti

Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari

Zona 4 - E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari

Di fatto, spariva il territorio "non classificato" e veniva introdotta la zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. Ad ogni zona, inoltre, viene attribuito un'azione sismica utile per la progettazione (in termini di accelerazione massima su roccia) (zona 1 = 0.35 g, zona 2 = 0.25 g, zona 3 = 0.15 g, zona 4 = 0.05 g). Sulla base di questa classificazione, il Comune di Prato veniva confermato in classe 2.

Le novità introdotte con l'ordinanza furono pienamente recepite e affinate con le norme successive. Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale, previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'**O.P.C.M n. 3519/2006**. Tale norma proponeva l'adozione di una normativa coerente con il codice europeo in materia antisismica (EC8), favorendo un'impostazione prestazionale: questo nuovo studio di pericolosità ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Zona 1 $ag > 0.25$

Zona 2 $0.15 < ag \leq 0.25$

Zona 3 $0.05 < ag \leq 0.15$

Zona 4 $ag \leq 0.05$

A ciascuna zona o sottozona è stato attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione.

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. Del 14.01.2008 aggiornato con D.M. 14.01.2018) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: infatti, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini comunali.

La classificazione sismica nazionale (zona sismica di appartenenza del comune), quindi, rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc).

3.3.2 - Classificazione regionale

Con la **D.G.R.T. n°431** del **19.06.2006** la Regione Toscana ha approvato la riclassificazione del territorio, applicando i criteri nazionali prescritti nelle ordinanze nazionali. In particolare, con tale Delibera veniva istituita una nuova "zona 3S", nella quale non viene diminuito il livello di protezione precedente e le costruzioni dovevano essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2. Ai sensi di tale normativa, il Comune di Prato veniva inserito all'interno della zona 3S.

Tale classificazione venne nuovamente aggiornata a seguito dell'entrata in vigore delle NTC 2008, grazie alla **D.G.R.T. n°878** del **08.10.2012** volta alla verifica dell'interazione della mappa di pericolosità sismica con i dati amministrativi di comuni classificati a bassa sismicità, nonché al superamento della zona 3S. Tale aggiornamento di classificazione è fu condotta seguendo tre fasi di approfondimento:

1. *selezione dei comuni in zona 3 e 3S con aree con accelerazione $a > 0,15g$*
2. *per ogni comune, calcolo della percentuale di area con $a > 0,15g$ rispetto all'intero territorio comunale*
3. *per ogni comune, calcolo della percentuale di popolazione ed abitazioni all'interno delle aree con $a > 0,15g$.*

In particolare, per quei comuni che hanno mostrato una percentuale di popolazione ed abitazioni all'interno di aree con $a > 0,15g$ superiore al 30%, si è ritenuto necessario l'innalzamento della zona sismica da 3S a 2. Tali Comuni sono 5 in tutta la regione: conseguentemente, **tutti gli altri comuni che erano stati inseriti in zona 3S vengono riconfermati in zona 3**. Ne consegue una zona sismica 2 caratterizzata da 95 comuni ed una zona sismica 3 relativa a 168 comuni; la zona sismica 4 rimane inalterata a 24 comuni. Il Comune di Prato - in particolare - viene classificato in Zona 3, caratterizzata dalla scheda riportata nella pagina seguente.

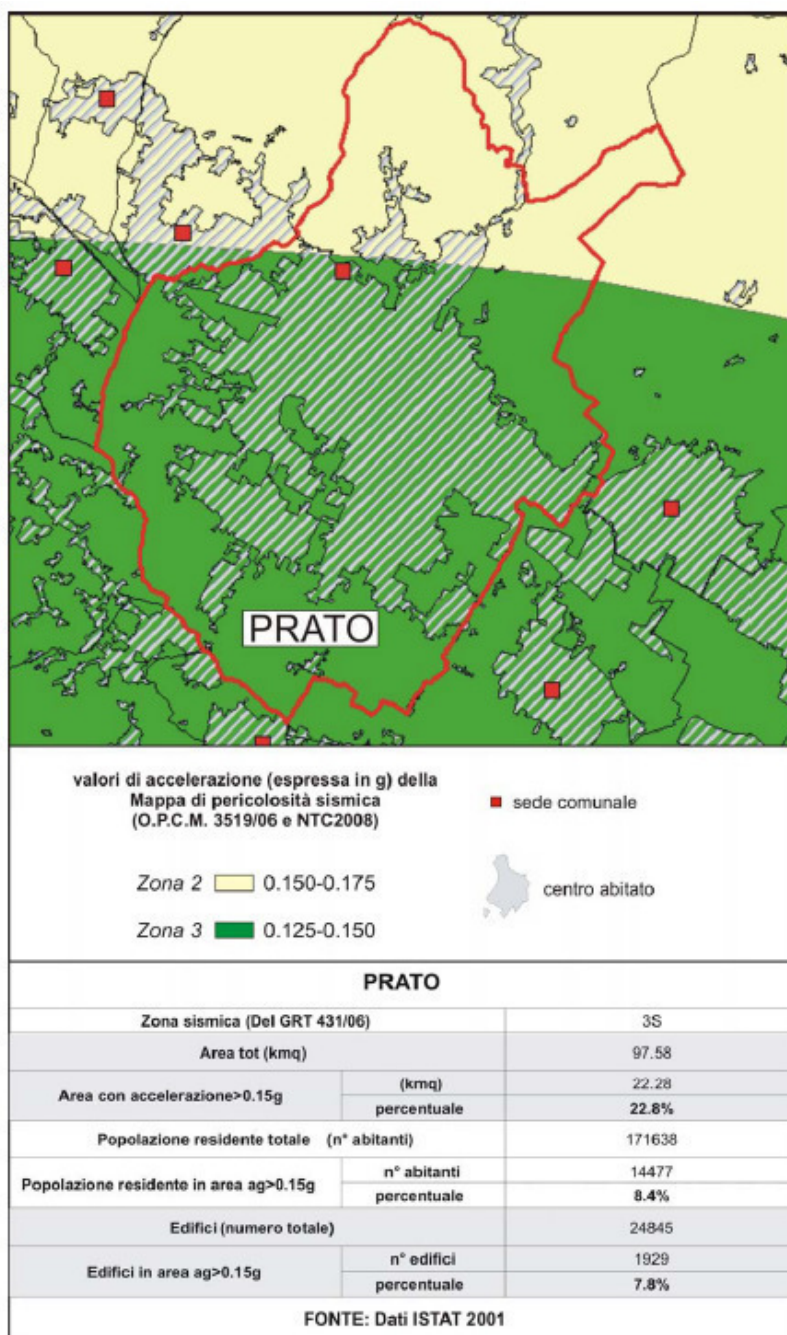
Infine, con la **D.G.R.T. n°421** del **25.05.2014** è stata approvata la classificazione sismica regionale, relativa all'aggiornamento dell'elenco dei comuni, divenuto necessario a seguito della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 01.01.2014 di 7 nuove amministrazioni comunali. Alla luce di questa norma, la classificazione sismica del Comune di Prato non è mutata.

Contestualmente all'entrata in vigore della nuova classificazione sismica, è stato approvato con **D.G.R.T. n°886** del **08.10.2012** il **Regolamento 58/R** ("**Regolamento di attuazione dell'art.117, comma 2, lett. g) della LR 01/2005. Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica**"), secondo il quale il territorio comunale è confermato in zona 3, in particolare esso ricade all'interno della **fascia B**, caratterizzata da valori di ag compresi tra 0,125 e 0,150 g.

3.4 - Pericolosità sismica

La pericolosità sismica viene descritta dalla probabilità che - in un determinato periodo di tempo - vi possa verificare un evento sismico di entità pari almeno ad un valore prefissato: tale periodo di tempo viene definito come "**periodo di riferimento V_R** " e la probabilità denominata "**Probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}** ". Tale stima viene effettuata considerando che lo scuotimento limite venga superato nel 10% dei casi in 50 anni: in buona sostanza, si tratta di individuare quel terremoto che mediamente

si verifica ogni 475 anni.



La pericolosità sismica viene definita convenzionalmente riferendosi a un suolo rigido con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero: le caratteristiche del moto sismico atteso per una fissata P_{VR} si ritengono individuate una volta note l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. La definizione della pericolosità di un sito viene separata in due fasi distinte:

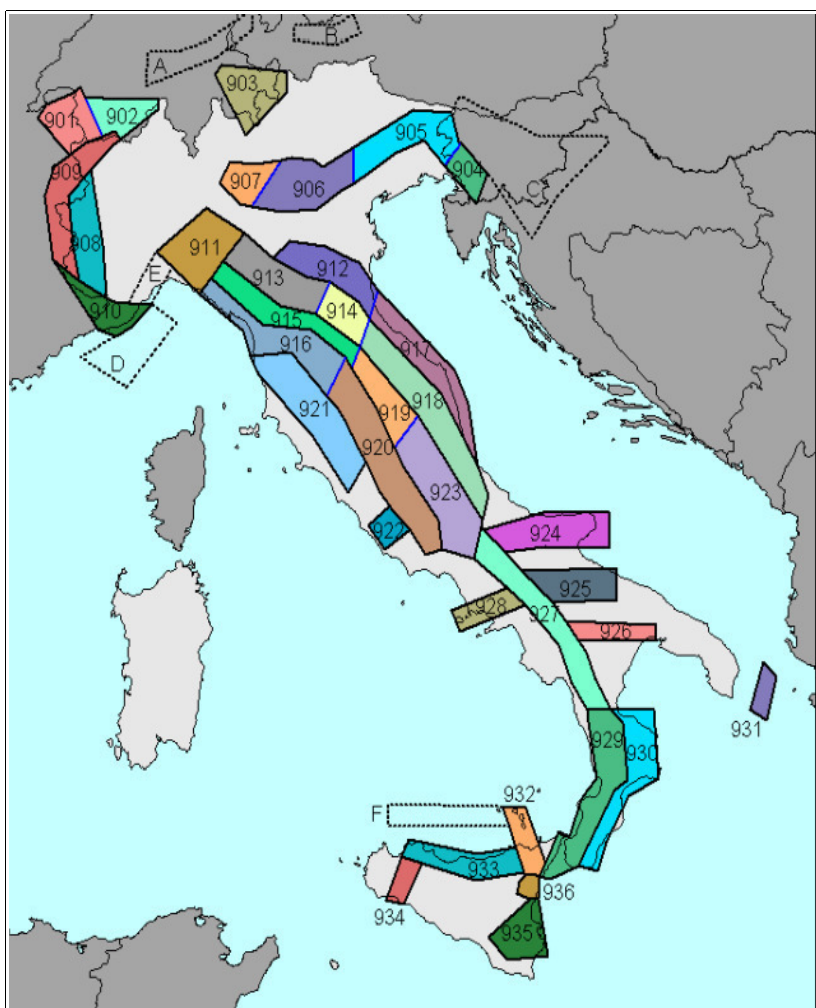
- **Fase 1: definizione della pericolosità sismica di base**, grazie allo studio delle sorgenti di propagazione profonda.
- **Fase 2: definizione della pericolosità sismica locale**, che definisce l'azione sismica locale tramite lo studio degli effetti della struttura geologica più superficiale: gli ultimi metri di propagazione possono infatti influenzare la severità del terremoto in modo determinante, e costituiscono i cosiddetti "effetti di sito".

3.4.1 - Pericolosità sismica di base

Studi di pericolosità sismica di base sono stati condotti a livello nazionale dall'I.N.G.V, in particolare dal Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa di Pericolosità Sismica in ottemperanza ai disposti dell'O.P.C.M. N°3274 del 20.03.2003. In particolare, è stata sviluppata una nuova zonazione sismogenetica - denominata **ZS9** - che è partita da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 alla luce di evidenze di tettonica attiva e di valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

Da ciò discende la suddivisione del territorio in zone sismogenetiche, omogenee dal punto di vista del comportamento geodinamico e del meccanismo di rottura (vedi accanto).

Tale carta fornisce una stima della "profondità efficace" (intervallo di profondità dove viene rilasciato il maggior numero di terremoti) ed un meccanismo di fagliazione prevalente usabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate sulla base dei coefficienti proposti da BOMMER et alii (2003).



Ogni zona sismogenetica è caratterizzata da una propria **Mw - Magnitudo Momento** - grandezza assoluta che esprime la quantità effettivamente liberata dal terremoto in profondità. Nel nostro caso ci troviamo all'interno della **zona sismogenetica n.916 (Versilia - Chianti)**, collegata al settore in distensione tirrenica per fagliazione normale e caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge magnitudo relativamente elevate.

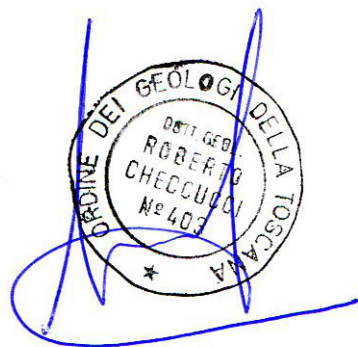
In particolare, la zona sismogenetica in esame è caratterizzata dalla

seguente Mw massima (vedasi "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica - Rapporto conclusivo" - aprile 2004):

Mw zona 916 = 6,14

Firenze, 29 gennaio 2019

Dott. Geol. Roberto Checcucci



APPENDICE I

ELABORATI GRAFICI RICHIAMATI NEL TESTO

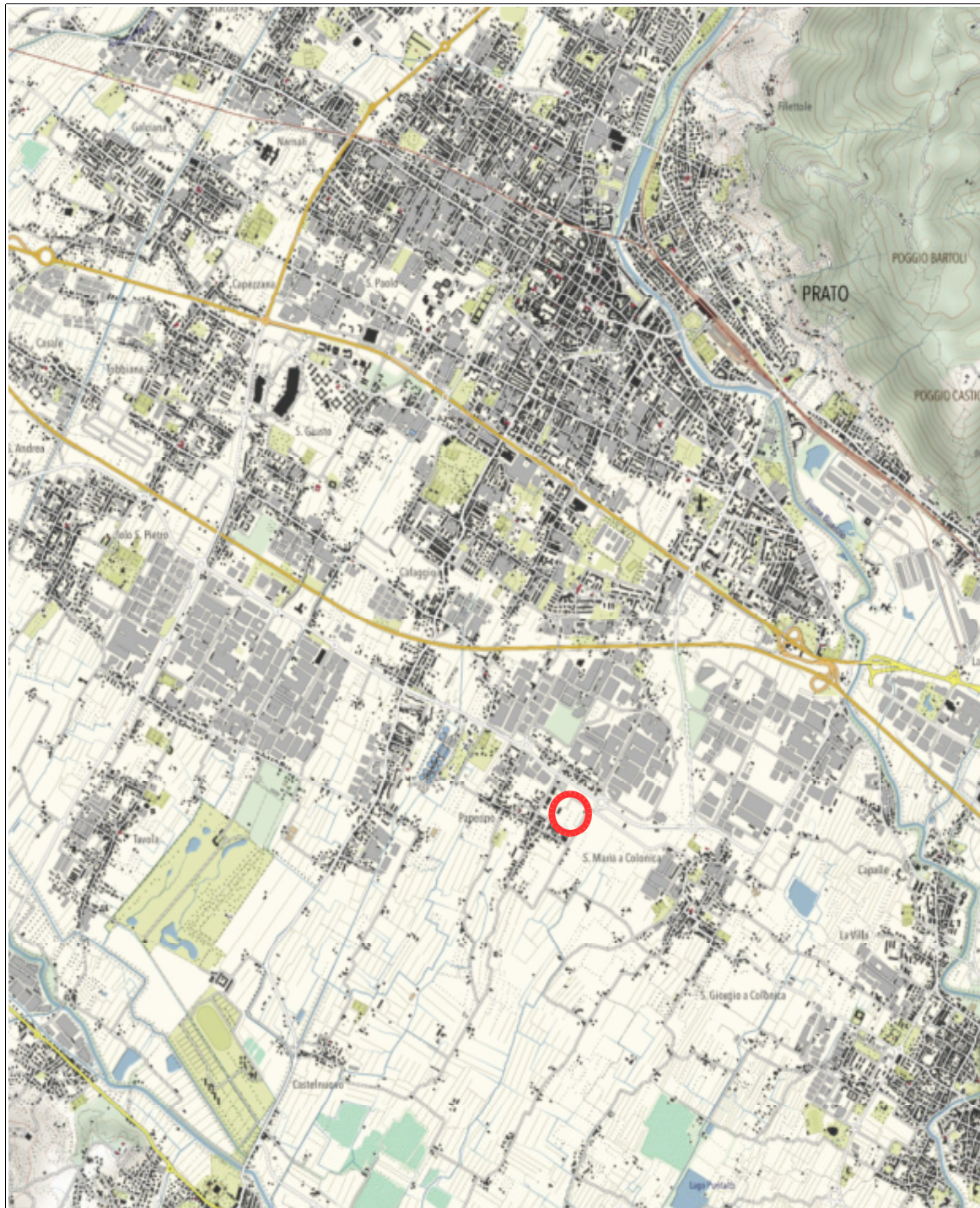
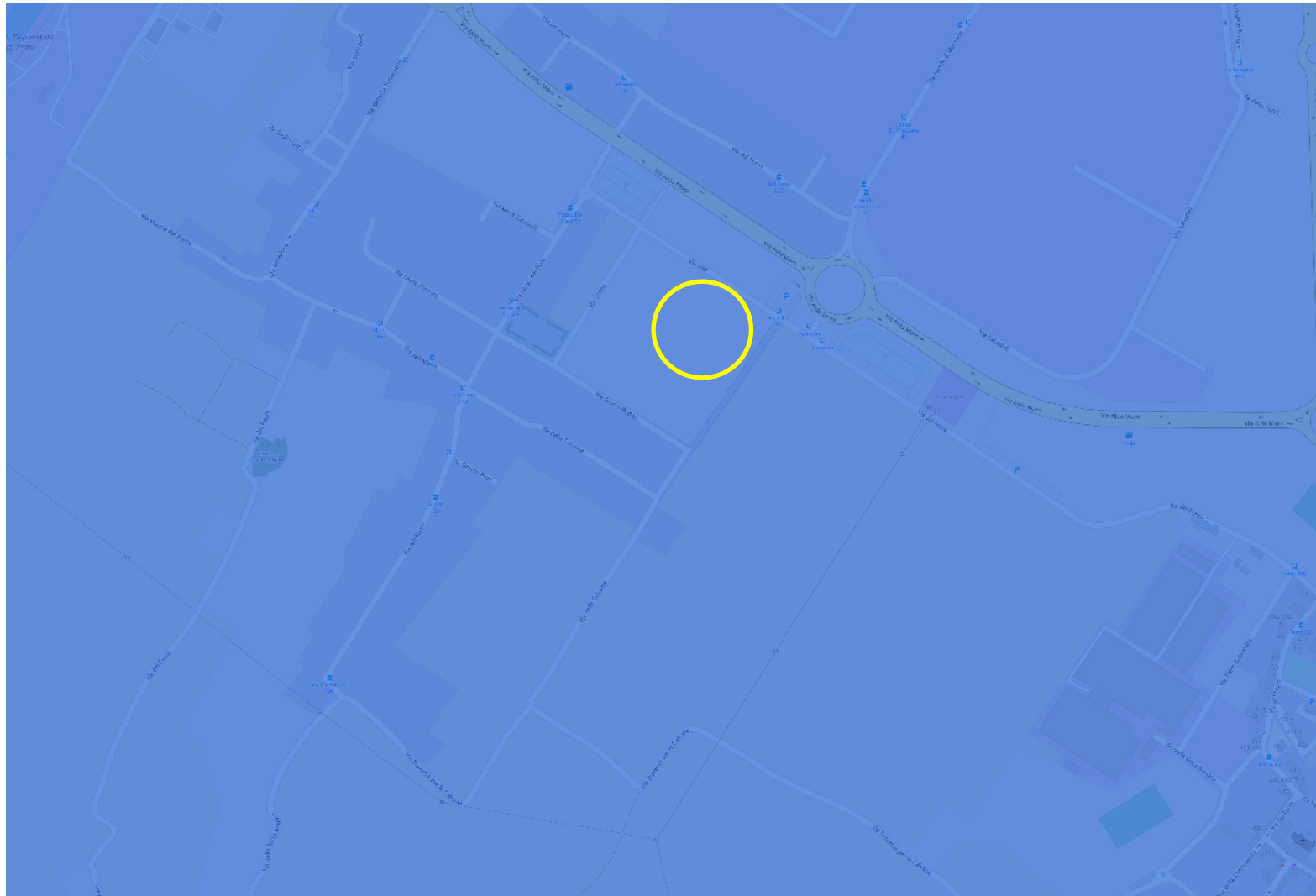


Fig.1 – Ubicazione dell'area in esame (scala 1:25.000)



Autorità di Bacino del Fiume Arno



Are_Omogenee

■ Single symbol

Reticolo_principale

■ Blue Line

pericolosita_alluvioni_costiere

■ P1 - pericolosita bassa

■ P2 - pericolosita media

■ P3 - pericolosita elevata

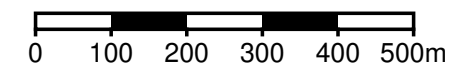
pericolosita_alluvioni_fluviali

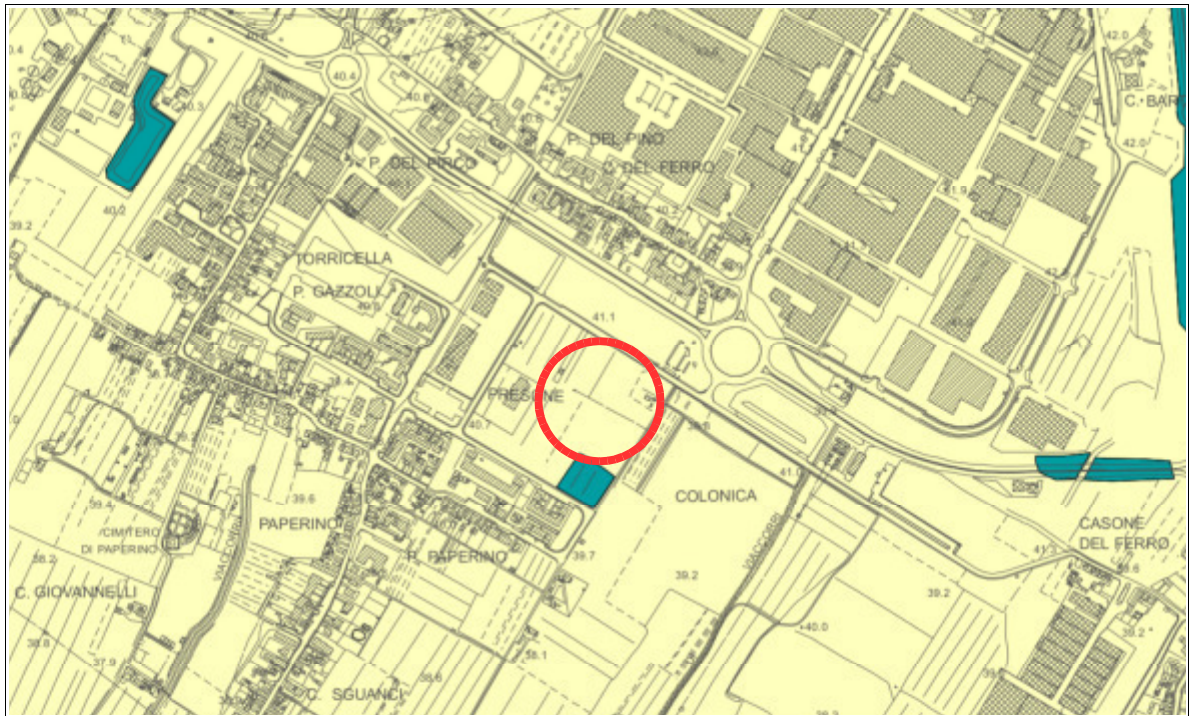
■ P1 - pericolosita bassa

■ P2 - pericolosita media

■ P3 - pericolosita elevata

Figura3





PERICOLOSITA' GEOLOGICA

G.4 - MOLTO ELEVATA

- Movimenti franosi attivi (frane di crollo, di scivolamento, franosità diffusa)
- Area instabile per soliflusso generalizzato
- Scarpata morfologica attiva
- Alveo in forte erosione

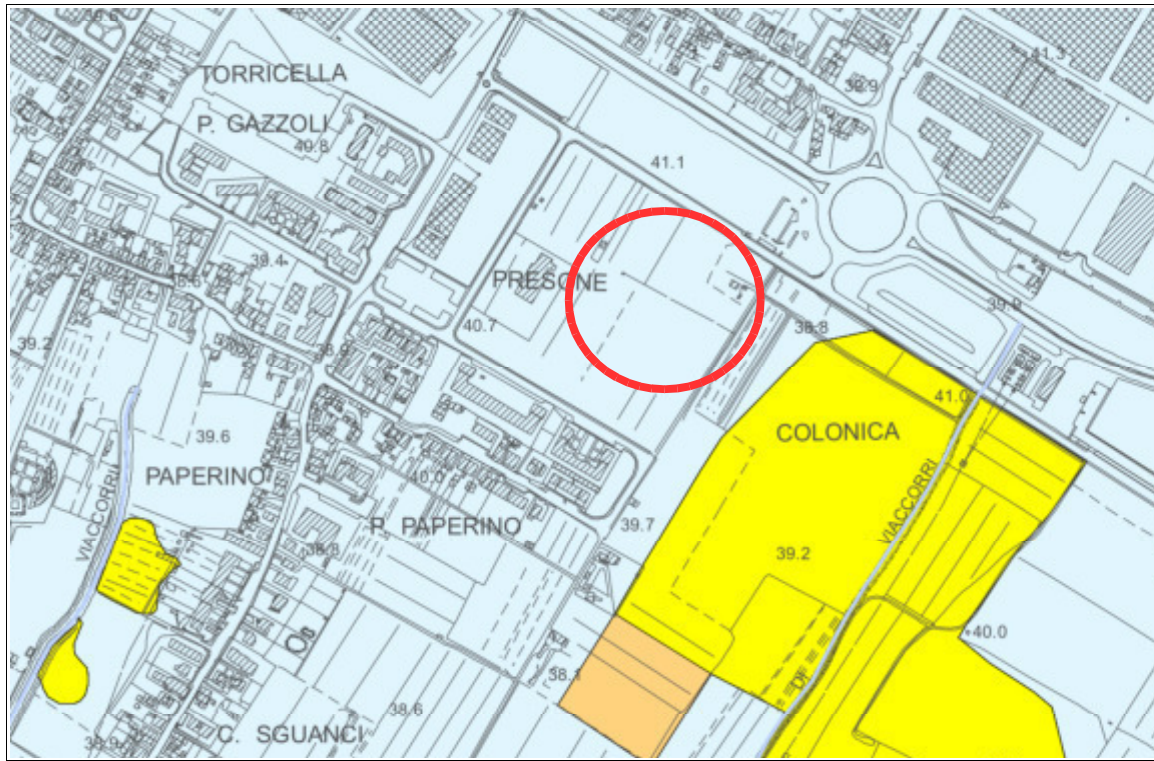
G.3 - ELEVATA

- Movimenti franosi quiescenti
- Area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante, alla litologia ed alla giacitura delle formazioni litoidi:
 - terreni alluvionali con pendenze maggiori del 25%
 - terreni litoidi alterati e fratturati con pendenze maggiori del 50% o con giacitura a franapoggio
 - terreni litoidi competenti con giacitura a franapoggio
- Corpo detritico su versante con pendenza superiore al 25%
- Area soggetta ad intensi fenomeni erosivi
- Area di cava abbandonata
- Area interessata da fenomeni carsici (doline)
- Zona con elementi antropici a forte impatto (rilevati, dighe, riporti di terreno)

G.2 - MEDIA

- Area interessata da movimenti franosi inattivi e stabilizzati
- Area caratterizzata da bassa propensione al dissesto in relazione alla pendenza del versante ed alla litologia:
 - terreni alluvionali con pendenze minori del 25%
 - terreni litoidi alterati e fratturati con pendenze minori del 50%
 - terreni litoidi competenti
- Corpo detritico su versante con pendenza inferiore al 25%

Figura 4 (scala indicativa)



Comune di Prato
PIANO STRUTTURALE

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAUCA
(DPGR n.53/R/11)

scala 1:10.000

QUADRO CONOSCITIVO

Il Sindaco
Roberto Carri

Delegato Comunale
Vincenzo Del Regno

Assessore all'Urbanistica
Gianni Carri

Progetto e Coordinamento per le Attività di Pianificazione
Dipartimento di Scienze Urbanistiche
Roberto Piccinini - dal 2008/2009 al 2010/2011
Francesco Caporaso - dal 2010/2011

Responsabile del Progettato
Giuseppe Santoro

Consulente Generale - Direzione Scientifica Generale
Gianfranco Gualdi

Collaborazione alla Progettazione Generale e Coordinamento attività di Pianificazione
Luigi Giannozzi

Attività della Commissione
Luca Francobaldi

Coordinamento Tecnico e Specialistico dell'Ufficio di Piano
Cristina Perrone

Responsabile dell'Ufficio di Piano
Pamela Braccetti

Ufficio di Piano
Silvia Balli
Olivia Caporossi
Marco Carri
Marcello Casarano
Monica Del Santo
Alida Lenzi
Cristina Lenzi
Chiara Napolitano

Consiglieri comunali
Sereno Giannini
Michele Bracci, Massimo Fabozzi, Costanza Stramaccioni
Mario Abbondante, Riccardo Corti, Francesca Gori
Davide Tombari

Settore Urbanistica, Urbanistica Strategica e Servizi Urbanistici
Lorenzo Franceschi
Alessandro Adami, Edoardo Santucci

Servizio Sistema Informativo e Database
SIT - Sistema Informativo Territoriale
Alessandro Pignatelli
Francesco Piacini
Ilsema Napolitano
Paola Fucina
Carmelina Santini, Bellamini Santini

Consiglieri
Assenti per legge
Alberto Taroni
Nicola Marinucci
Assenti per incarico
Davide Furlan
Assenti giustificati
Renzo Diabetti
Assenti ammorbiati
Luca Pavesi e Luca Carboni per Studio Strategia
Alessandro
Stefano Bianchini
Valeria Ruffini

Personale tecnico
Giancarlo Palla, Cristina Perrone
Paolo Marfisi e Alessandra Muli per Alinari IDEM
Serenella Viti
Assistenti informatici, Tecnici ed Agenti Informatici
Luca Gentili per LDP-progetti GIS

Staff tecnico
Pierluigi Antonini
Giuseppe Carbonari
Bruno del Benchio
Paolo Maria Vannucchi
Agostino Bonanni
Giovanni De' Ottati

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAUCA

Perimetrazioni definite con uno studio idrologico-idraulico di dettaglio

I.4 Pericolosità idraulica molto elevata (T=tempo di ritorno)

Aree interessate da allagamenti per eventi con Tr inferiore o uguale a 30 anni

I.3 Pericolosità idraulica elevata

Aree interessate da allagamenti per eventi con Tr compreso tra 30 e 200 anni

I.2 Pericolosità idraulica media

Aree interessate da allagamenti per eventi con Tr superiore a 200

I.1 Pericolosità idraulica bassa

Aree morfologicamente rilevate per le quali non esistono notizie storiche di allagamenti

Reticolo idrografico ai sensi della LR.n.79/12 e DCRT.n.101/2016 - ultimo aggiornamento luglio 2018

corso d'acqua

tratto intubato

specchio d'acqua

Aree destinate alla realizzazione delle opere di regimazione idraulica di cui al d.p.c.m.5.11.1999 d.p.c.m.19.05.2011 e decreto del segretario generale dell'Autorità di Bacino n.67 del 30.11.2015

Area di tipo A (norma 2 del d.p.c.m. 5/11/99)

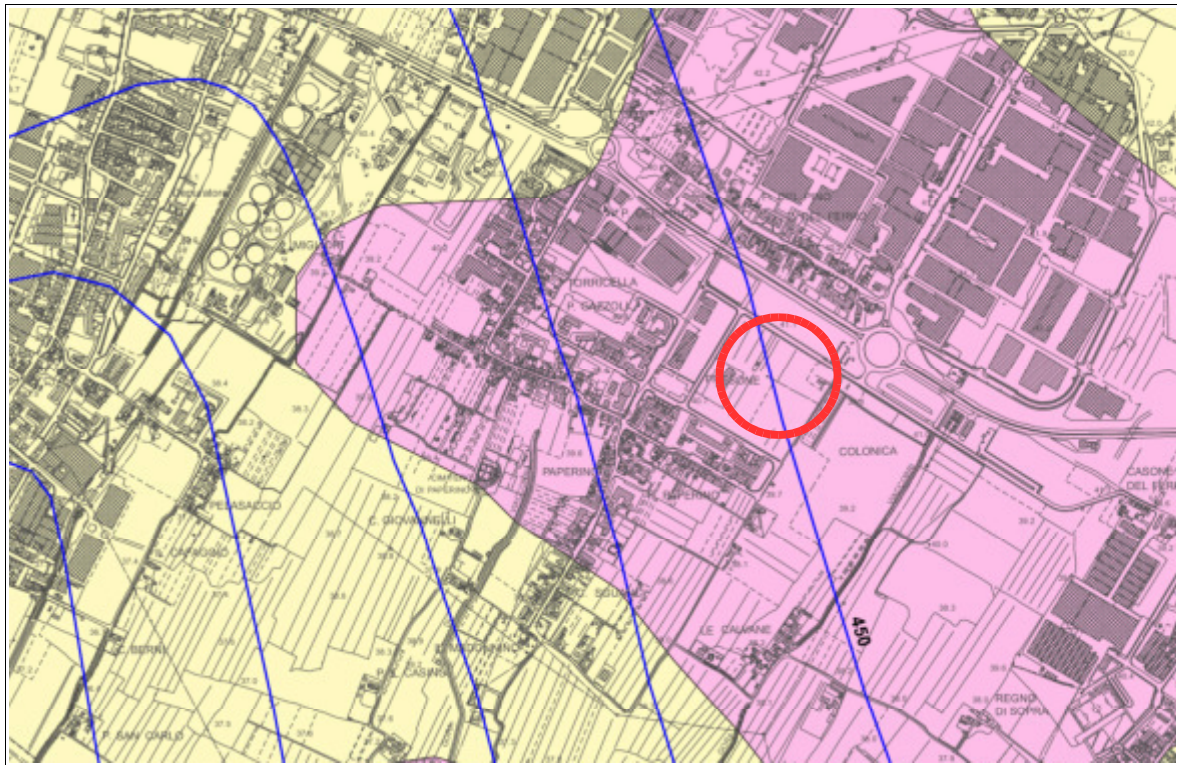
Area di tipo B (norma 3 del d.p.c.m. 5/11/99)

Aree destinate alla realizzazione delle opere di regimazione idraulica previste dal Genio Civile Valdarno Centrale e Tutela dell'acqua e da altri Enti

opere da realizzare

opere realizzate

Figura 5 (scala indicativa)




CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE


S.4 Pericolosità sismica locale molto elevata

 Zona caratterizzata da fenomeni franosi attivi


S.3 Pericolosità sismica locale elevata

 Zona caratterizzata da fenomeni franosi quiescenti
Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti
Zona caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato

S.2 Pericolosità sismica locale media

 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
Zone dove affiora il substrato roccioso con pendenze superiori ai 15°
Zone dove affiora il substrato roccioso fratturato

S.1 Pericolosità sismica locale bassa

 Zone stabili dove affiora il substrato roccioso assimilabile al "bedrock sismico" dove le velocità delle onde Vs superano gli 800 m/sec

 100
Isobate del substrato roccioso (profondità in metri rispetto al piano di campagna)

 Area non interessata dallo studio di Microzonazione Sismica

Figura 6 (scala indicativa)



LEGENDA

- PERIMETRO CELLA P.G.R.A. CON BATTENTE TR200 [m slm]
- AREA ALLAGABILE TR200 DERIVATA DA P.G.R.A. 2018

Battenti TR200

[m]

	0.0 - 0.3
	0.3 - 0.6
	0.6 - 0.9
	0.9 - 1.2
	1.2 - 1.5
	>1.5

NOTA: NEI "PERIMETRI BATTENTI P.G.R.A." RIPORTATI IN LEGENDA IL BATTENTE CAUTELATIVO E' RAPPRESENTATO DAL PEGGIORE TRA QUELLO INDIVIDUATO NEL PRESENTE STUDIO E QUELLO INDIVIDUATO DAL P.G.R.A. RIPORTATO IN ETICHETTA

Figura 7 (scala indicativa)

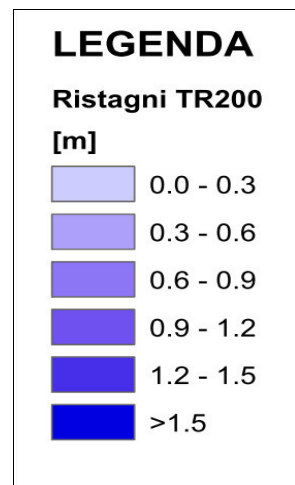


Figura 8 (scala indicativa)

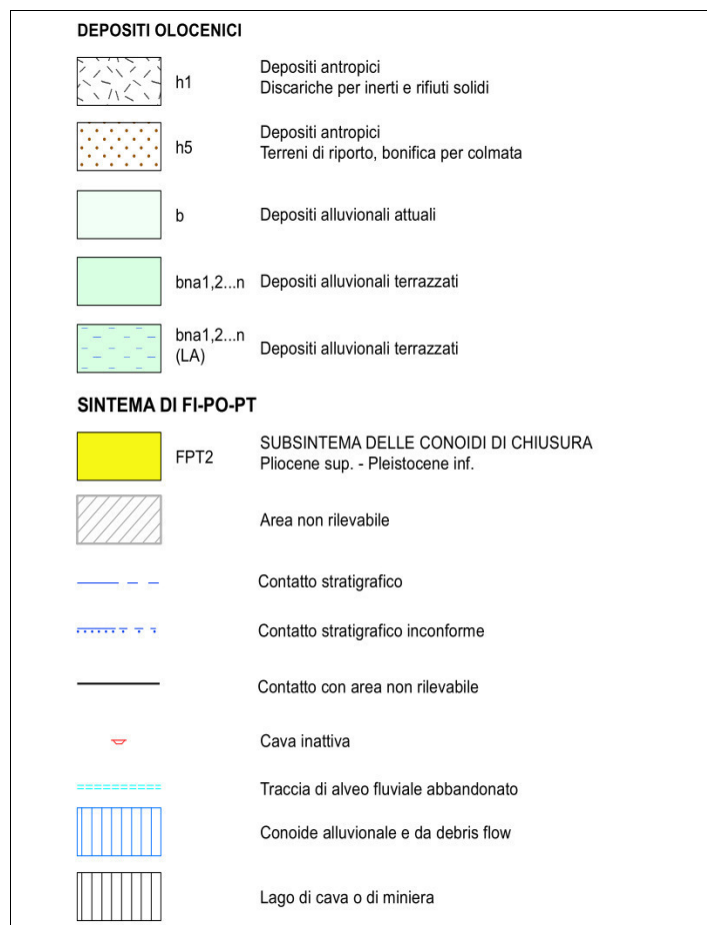
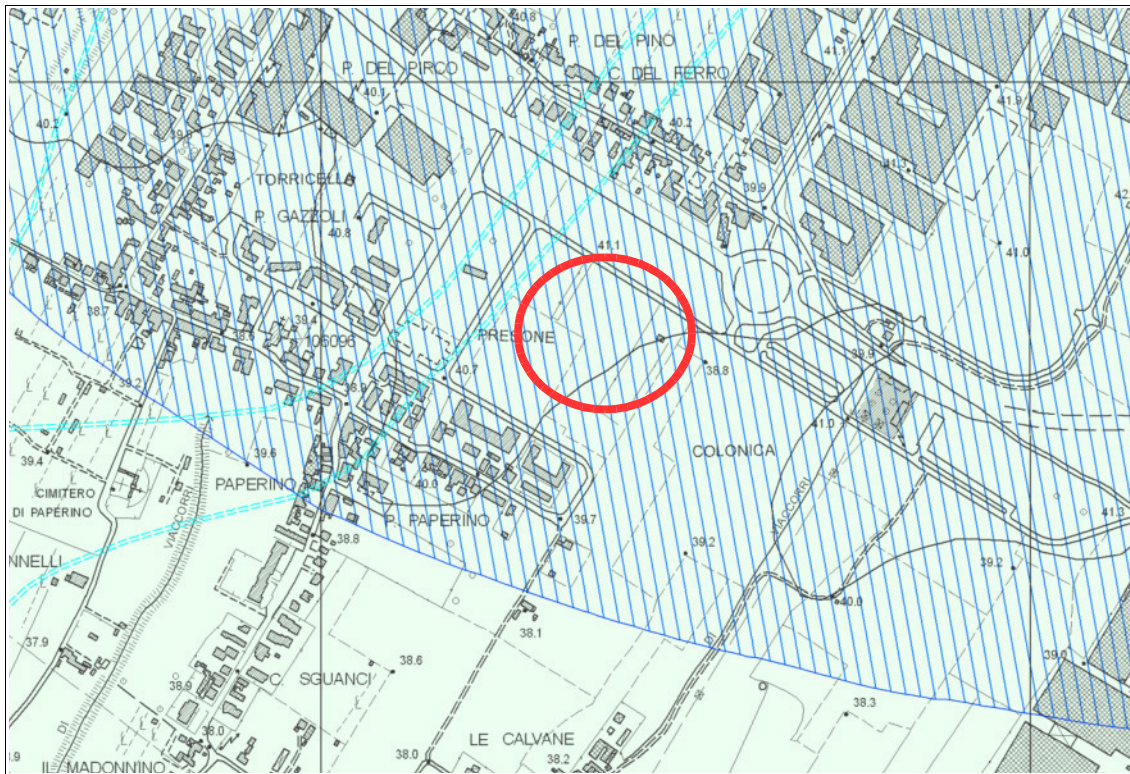
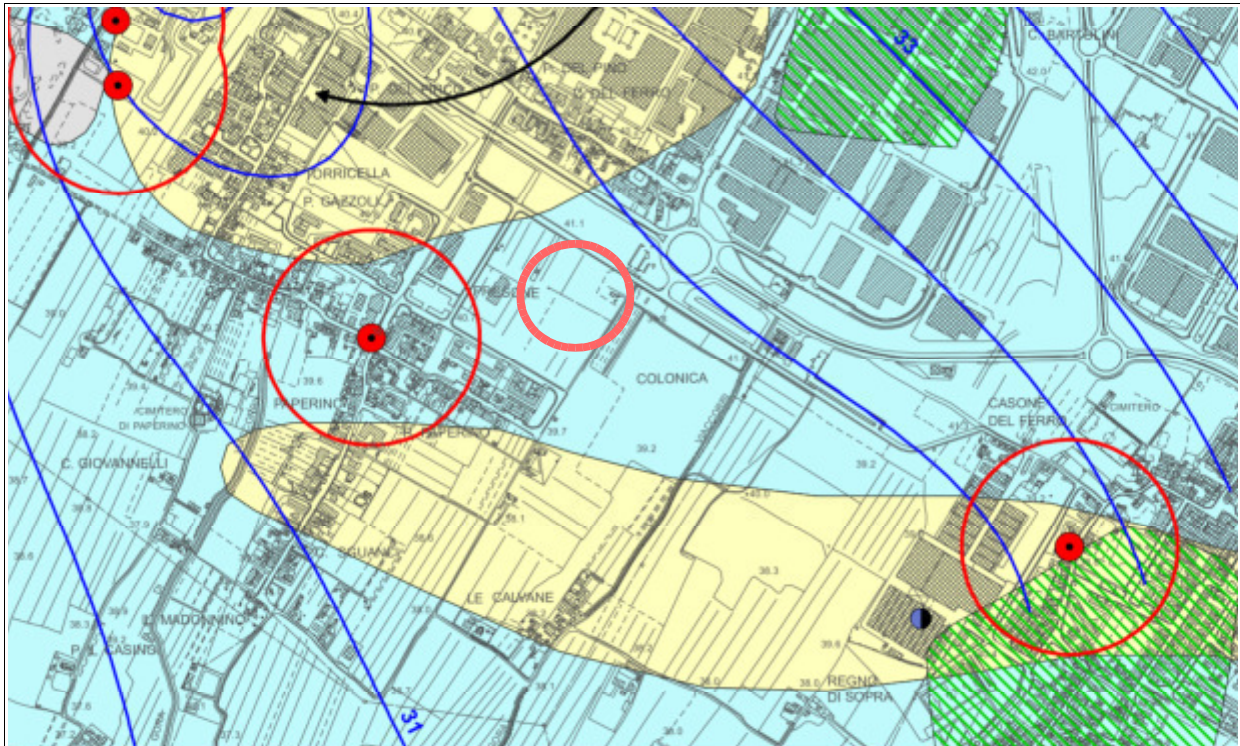


Fig.9 – Carta geologica (Progetto C.A.R.G. Toscana – scala indicativa)



**Comune di Prato
PIANO STRUTTURALE**

CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE
(DPGR n.53/R/11) Scala 1:10.000

QUADRO CONOSCITIVO

<p>Il Sindaco Roberto Carli</p> <p>Delegati Vincenzo Del Regno</p> <p>Assessori Gianni Carli</p> <p>Prospetta e Coordinatore per le Attività di Pianificazione Dipartimento del Territorio Urbanistico Roberto Piccinini - del Territorio e Urbanistico Francesco Caporossi - del Territorio</p> <p>Responsabile del Procedimento Giuseppe Santoni</p> <p>Consulente Tecnico - Assistenza Scientifica Generale Gianfranco Geronzi</p> <p>Commissione di Programmazione Generale e Coordinamento dell'Urbanistica e Pianificazione Luigi Casarini</p> <p>Giunta della Commissione Luigi Francolini</p> <p>Coordinamento Tecnico e Scientifico dell'Ufficio di Piano Carlo Patrone</p> <p>Assistente all'Ufficio di Piano Pamela Braccioni</p> <p>Ufficio di Piano Stefano Balli Erika Caporossi Marco Carli Maurizio Casarini Monica Del Santo Anna Lenzi Cristina Lenzi Chiara Nobile</p>	<p>Consulenti incaricati Servizio Urbanistico Michele Brochi, Massimo Fabbri, Costanza Stramazzoni Marco Adamonico, Riccardo Carli, Francesca Gatti Davide Tortorici</p> <p>Settore Urbanistico, Pubbliche Istruzioni e Servizi Urbanistici Lorenzo Proponzi Alessandro Nollari, Edoardo Santoni</p> <p>Servizio Assistenza Informatica e Statistica S. P. Servizio Informatica Informatica Alessandro Rodolfi Francesco Paoletti Giuseppe Anselmi Paola Frasca Carmelina Santoni, Stefania Santoni</p> <p>Consulenti Assistenti progettuali Alberto Togni Nicola Marinucci Assistenti amministrative Davide Farfani Assistenti amministrative Anna Scatari Assistenti amministrative Lucia Paoletti e Lucia Gambone per Studio Strategie Pianificazione Maurizio Scatariello Marta Ruffo Pianificazione partecipativa Giancarlo Paoletti, Camilla Paoletti Paola Marinucci e Alessandra Masi per Alleanza CGIAI Servizioli srl Servizio Urbanistico Informatico ed Applicazioni Informatiche Luca Geronzi per ICDP progetti GIS</p> <p>Studi specializzati Pianificazione Urbanistica Giuseppe Castellani Servizioli srl Paola Maria Tomassini Assistenti Informatici Gatti De' Ottati</p>
--	--

CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DELL'ACQUEDOTTO

- Pozzo
- Sorgente
- Area di rispetto dei pozzi e delle sorgenti (D.Lgs. n°152/06)
- Area di ricarica delle sorgenti
- Curva isopiezometrica della falda (in metri sul livello del mare) rilievo relativo a giugno 2015
- Linee di flusso della falda
- Spartiacque idrogeologico
- Piezometro della rete di rilevamento del livello della falda
- Area di ricarica della falda (art.24 del P.T.C.)

VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

- Formazioni litoidi**
- Alta
 - Media
- Terreni sciolti**
- Alta
 - Media
 - Medio-bassa
 - Bassa

Figura 10 (scala indicativa)

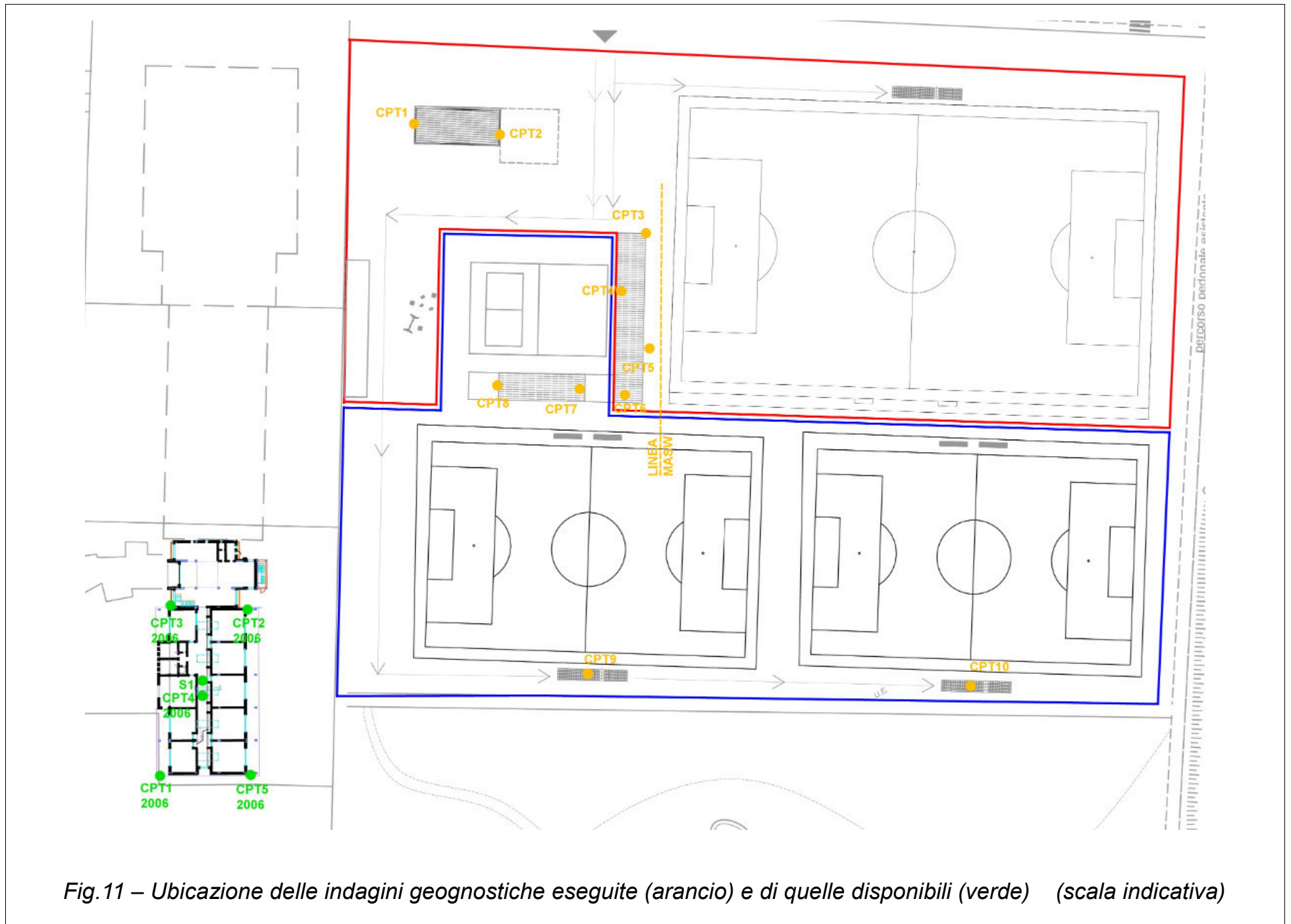


Fig.11 – Ubicazione delle indagini geognostiche eseguite (arancio) e di quelle disponibili (verde) (scala indicativa)

COMUNE DI PRATO

PROGETTO PER IL NUOVO IMPIANTO SPORTIVO "PAPERINO" IN VIA LILLE

Progetto: Arch. Francesco Procopio

Oggetto:

RELAZIONE SISMICA

(ai sensi del D.M. 17.01.2018: «Norme tecniche per le Costruzioni», del D.G.R. N°387 del 11.05.2009,
nonché della D.P.G.R n°36R del 09.07.2009)

GEODINAMICA

STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO

di Calò J.G., Checcucci R., Scotti A.

GEOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA
GEOLOGIA AMBIENTALE

Via Giovanni Giolitti n°34, 50136 FIRENZE
e-mail: geodinamica3@gmail.com

tel. / fax 055/6505157
web: <http://geodinamica.weebly.com/>

data:
gennaio 2019

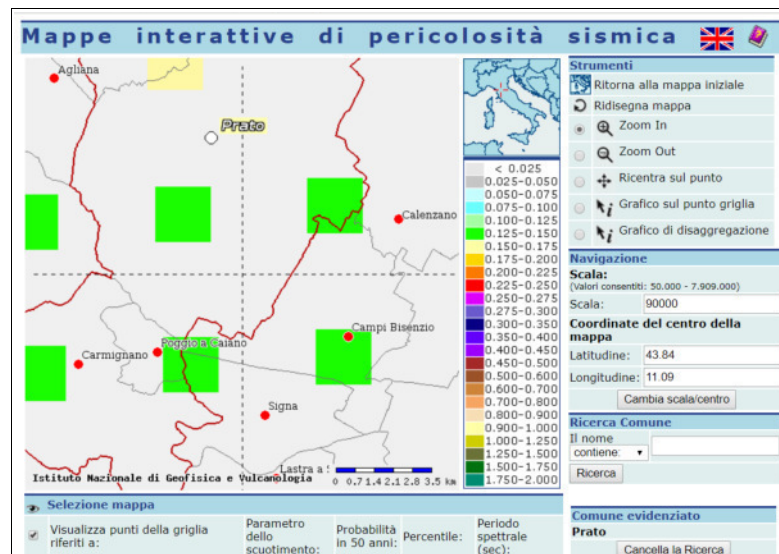
1 - PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione sismica a supporto del progetto di realizzazione del nuovo impianto sportivo "Paperino", all'interno del Comune di Prato. All'interno di tale documento verrà pertanto ricostruito il modello sismico di sito e verranno forniti tutti i parametri necessari alla progettazione strutturale e alle verifiche geotecniche dell'insieme "terreno - struttura di fondazione".

2 - MAPPA INTERATTIVA DI PERICOLOSITA' SISMICA

Dalla nuova classificazione "ZS9", che ha suddiviso il territorio nazionale in varie zone sismogenetiche, deriva una *mappa interattiva di pericolosità sismica*, che consente di visualizzare mappe del territorio nazionale al cui interno la pericolosità sismica è espressa su una griglia regolare con passo di 0.05° .

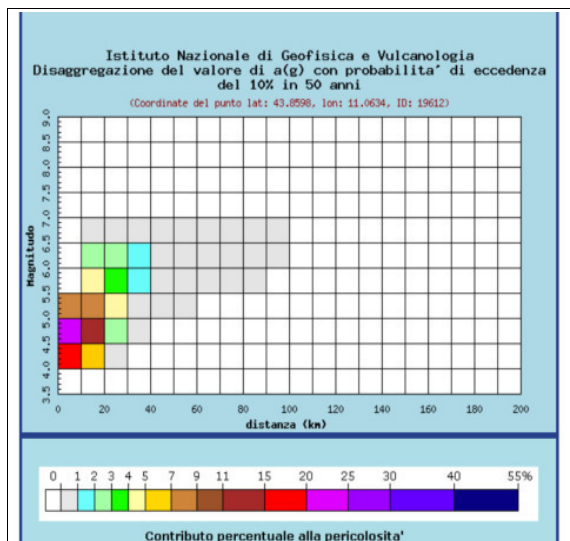
in particolare, tale pericolosità viene espressa in a_{max} con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Per l'area in esame, la mappa fornisce il seguente risultato.



2.1 - Disaggregazione della pericolosità

La disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza ($M-R$), che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M . Espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in $M-R$ fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità ("terremoto di scenario") inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

L'analisi di disaggregazione è molto importante nell'ambito di uno studio dettagliato della pericolosità sismica di un sito dal momento che, nell'ambito di studi di microzonazione, analisi di liquefazione, analisi di risposta sismica locale, studi di stabilità dei versanti necessitano la conoscenza dei parametri del terremoto di scenario. Applicando questo metodo al nodo più prossimo all'area in esame, si ottengono i risultati seguenti.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.8598, lon: 11.0634, ID: 19612)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	18.400	23.000	7.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.090	11.800	8.730	4.050	2.400	0.313	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.172	2.230	4.050	3.630	2.800	0.434	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.036	0.964	1.570	1.410	0.253	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.139	0.557	0.395	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.003	0.141	0.148	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.050	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.980	12.700	1.170

3 - PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 e del successivo D.M. 17.01.2018, la stima della pericolosità sismica è definita mediante un approccio "*sito-dipendente*" e non più tramite un criterio "*zona-dipendente*". Ciò comporta non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative. Pertanto la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando - come riferimento generale - le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (vedi la Tab.1 nell'All.B delle NTC). I caratteri del moto sismico sul sito in oggetto vengono descritti dalle seguenti grandezze:

- **parametri statici: intensità sismica I**, che classifica gli effetti di un terremoto in una località, **Magnitudo M**,

che stima l'energia liberata dal terremoto alla sorgente, **accelerazione orizzontale di picco al suolo a_g** , **(P.G.A)**

- **parametri dinamici: fattore di amplificazione (S, F_0)**, che indicano l'aumento di accelerazione orizzontale delle azioni sismiche, **periodo T_c** di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, **periodo dello spettro di risposta**, indicante i periodi di oscillazione massima del suolo.

Il passaggio da pericolosità sismica di base a pericolosità sismica locale può essere definito determinando con esattezza gli effetti locali di sito: le condizioni del sito in esame generalmente non corrispondono mai a quelle del sito di riferimento rigido. E' quindi necessario tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie. Le caratteristiche di scuotimento del terreno sono influenzate dalle condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali che modificano il moto sismico: tali modifiche, note come "**effetti di sito**", possono comportare una forte amplificazione del movimento sismico su terreni alluvionali recenti rispetto al moto osservato su terreni rigidi o roccia. Gli effetti di amplificazione del moto sismico sono caratterizzati da una frequenza caratteristica di vibrazione del terreno (frequenza di risonanza f_0), che dipende dallo spessore dei sedimenti superficiali e dalla velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio. Conoscere la frequenza caratteristica dei terreni è di estrema importanza, poiché si potrebbero verificare fenomeni di risonanza per l'interazione tra terreno e strutture.

3.1 - Microzonazione sismica di livello 1

Nel 2015 sono stati effettuati gli studi di microzonazione sismica su gran parte del territorio comunale, al fine di redigere la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) di primo livello. Da tale lavoro si estrapolano le seguenti cartografie tematiche relative all'area in esame.

- **Carta delle frequenze** - Questa riporta la distribuzione delle frequenze di picco ricavate dalle misure di rumore sismico (HVSR, REMI): l'area in oggetto è caratterizzata da un intervallo di frequenza tra 0,10 e 0,35 Hz (vedi Fig.1), con valori della frequenza di picco di 0,28 Hz.
- **Carta delle isobate** - La carta riporta le curve di ugual profondità dal piano campagna (isobate) del substrato roccioso nella pianura di Prato che, ovviamente, indicano anche gli spessori della copertura fluvio-palustre. Nell'area in esame il substrato si trova alla profondità di circa 450 metri dal piano di campagna (vedi Fig.2).
- **Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)** - In questa carta - per quanto riguarda le aree pianura - si sono seguiti i seguenti criteri:
 - combinazione tra le varie litologie della copertura alluvionale e del substrato;
 - analisi della frequenza di picco nelle misure H/V; in particolare è stata delimitata l'area in cui i valori di f_0 sono compresi nell'intervallo 1 - 10 Hz, considerato potenzialmente critico per le usuali strutture

edilizie.

Questa delimitazione, corrispondente grossolanamente all'area posta a monte dell'isobata compresa fra 100 e 130 metri, è stata a sua volta intersecata con le varie combinazioni litologiche ottenendo così ulteriori suddivisioni in Zone. Semplificando molto potremmo dire che l'area dei pianura è stata suddivisa in tre fasce:

- a - Substrato entro 30 metri
- b - Substrato tra 30 e 100-150 metri
- c - Substrato oltre 100-150 metri

Nelle prime due fasce (fino a 150 metri) la frequenza di picco f_0 risulta potenzialmente critica e cioè nell'intervallo f_0 1 - 10 Hz; questa suddivisione è stata eseguita in quanto di particolare utilità per la realizzazione della carta di pericolosità sismica. A questa suddivisione è stata aggiunta la criticità derivante dalle aree con doppio picco, quando uno dei due risultava con valori di frequenza nell'intervallo 1 - 10 Hz.

Queste fasce sono state ulteriormente suddivise in base alla combinazione delle litologie della copertura e del substrato. La definizione litologica del substrato al di sotto delle coperture alluvionali è stata eseguita su base necessariamente interpretativa; i dati di sottosuolo che intercettano il fondo bacino sono infatti un piccolo numero e non sempre di facile interpretazione.

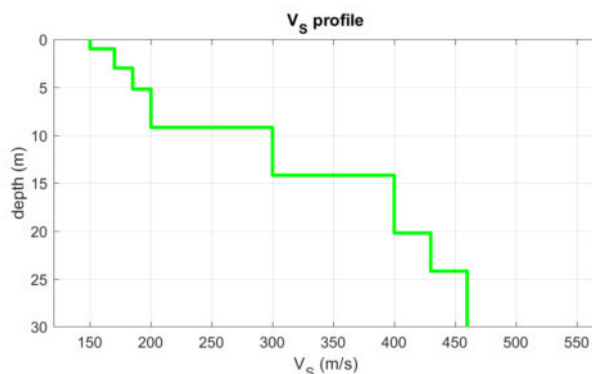
Per quanto riguarda l'area in esame, essa si trova all'interno della **microzona 19**, comprendente "areedi affioramento dei terreni argilloso-limosi (ML) con spessori massimi di 30 m; al di sotto sono presenti depositi prevalentemente ghiaiosi di conoide (GP) con spessori massimi di 60 metri. All'interno dei depositi ghiaiosi sono presenti livelli cementati (GR); ancora al di sotto, fino al substrato presente oltre 150 metri, sono presenti terreni argilloso-limosi (ML); il substrato è costituito da ALS" (vedi Fig.3).

3.2 - Sismostratigrafia di sito

Grazie alla campagna geognostica e geofisica effettuata, è possibile estrapolare dal report sismico la seguente tabella che descrive la sismostratigrafia di riferimento dei primi 30 metri di terreno, al cui interno è stato incontrato il substrato sismico rigido.

Spessore (m)	Vsh (m/s)
1.0	150
2.0	170
2.2	185
4.0	200
5.0	300
6.0	400
4.0	430
Semi-spazio	460

Modello sismostratigrafico stimato



3.3 - Categoria di sottosuolo

Come recita il punto 3.2.2 delle NTC 2018, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs.

Nel nostro caso, la situazione stratigrafica del sito è nota grazie a molte altre indagini sismiche effettuate in passato nei pressi dell'area in esame. Come si legge nel report della ditta esecutrice l'indagine, "L'analisi della dispersione delle onde superficiali abbinata all'analisi HVSR, ha consentito di stimare il profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro Vs30 che risulta essere pari a **289 m/s**, considerando come riferimento il piano campagna. Sulla base del profilo sismostratigrafico ottenuto, il sito risulta compatibile con la **categoria di sottosuolo C** secondo il DM 14 gennaio 2008 - Tabella 3.2.II. Sarà comunque cura del progettista, in base alle caratteristiche dell'opera da realizzare, alla effettiva profondità di imposta delle fondazioni, al modello sismostratigrafico riportato con il conseguente profilo verticale della Vs, ed a tutte le considerazioni del caso che riterrà opportune, attribuire il definitivo valore di Vs30 e conseguentemente la categoria di suolo".

3.5 - Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario eseguire specifiche analisi di risposta sismica locale: nei casi più semplici, come quello adesso in esame, è invece possibile riferirsi alla **Tab. 3.2.III** delle NTC 2018, dalla quale si evince che il sito in esame, in considerazione della pendenza versante, ricade in **categoria T1** ("pendii con inclinazione inferiore a 15°").

4 - DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI DI PROGETTO

L'azione sismica, secondo l'impostazione delle NTC 2018 è caratterizzata da tre componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra loro indipendenti. Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico. Di seguito si forniscono i valori dei vari coefficienti necessari a determinare lo spettro di risposta elastico caratteristico dell'azione sismica del sito.

Categoria di sottosuolo	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	
C	Fattore Ss	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot Fo \cdot (ag/g) \leq 1,50$
	Fattore Cc	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
Categoria di sottosuolo	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	
C	Fattore S _T	1,00

Categoria di sottosuolo			
C	Periodi di vibrazione (s)	Coefficiente TE	6,00
		Coefficiente TF	10,0
Categoria di sottosuolo	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLA COMPONENTE VERTICALE		
C	Fattore Ss	1,00 s	
	Fattore TB	0,05 s	
	Fattore TC	0,15 s	
	Fattore TD	1,00 s	

4.1 - Parametri sismici di sito

Con i dati disponibili, è possibile fornire tutti i parametri necessari a definire gli spettri sismici di progetto relativi a ciascun Stato Limite, come esplicitato nella seguente relazione di sintesi.

Sito in esame.

latitudine: 43,844713
longitudine: 11,095437
Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 19612	Lat: 43,8598	Lon: 11,0634	Distanza: 3068,105
Sito 2	ID: 19613	Lat: 43,8612	Lon: 11,1327	Distanza: 3508,143
Sito 3	ID: 19835	Lat: 43,8112	Lon: 11,1346	Distanza: 4872,709
Sito 4	ID: 19834	Lat: 43,8098	Lon: 11,0654	Distanza: 4566,303

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 45 [anni]
ag: 0,055 g
Fo: 2,567
Tc*: 0,262 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0,153 g
Fo: 2,408
Tc*: 0,305 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 75 [anni]
ag: 0,067 g
Fo: 2,573
Tc*: 0,275 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,194 g
Fo: 2,395
Tc*: 0,314 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,500
Cc: 1,630
St: 1,000
Kh: 0,017
Kv: 0,008
Amax: 0,812
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,610
St: 1,000
Kh: 0,020
Kv: 0,010
Amax: 0,979
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,480
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,055
Kv: 0,027
Amax: 2,227
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,420
Cc: 1,540
St: 1,000
Kh: 0,066
Kv: 0,033
Amax: 2,695
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Coordinate WGS84 latitudine: 43.843756 longitudine: 11.094449

5 - LIQUEFAZIONE

Ai sensi del punto 7.11.3.4.1 delle NTC2018, "il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione".

Ai sensi della normativa, la verifica alla liquefazione può essere omessa qualora si manifesti almeno una delle seguenti circostanze (punto 7.11.3.4.2):

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1) $60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove (N1) 60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) per terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Fig. 7.11.1(b) per coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4. Quando nessuna delle condizioni di

cui sopra risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

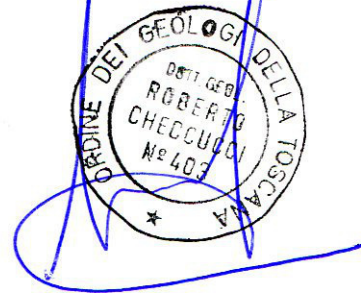
Nel nostro caso, in considerazione del modello geologico ricostruito, si possono esporre le seguenti considerazioni:

- i campioni indisturbati prelevati nel sondaggio effettuato nel 2006 nel lotto finitimo hanno messo in evidenza che la coltre superficiale fine è costituita per circa il 20% da argilla, che inibisce l'innescò della liquefazione,
- i sedimenti ghiaiosi sottostanti sono invece caratterizzati da prevalenza di frazione grossolana ghiaiosa, fisiologicamente non propensa alla liquefazione.

Pertanto, in conseguenza di tali motivazioni granulometriche, **la verifica alla liquefazione viene omessa.**

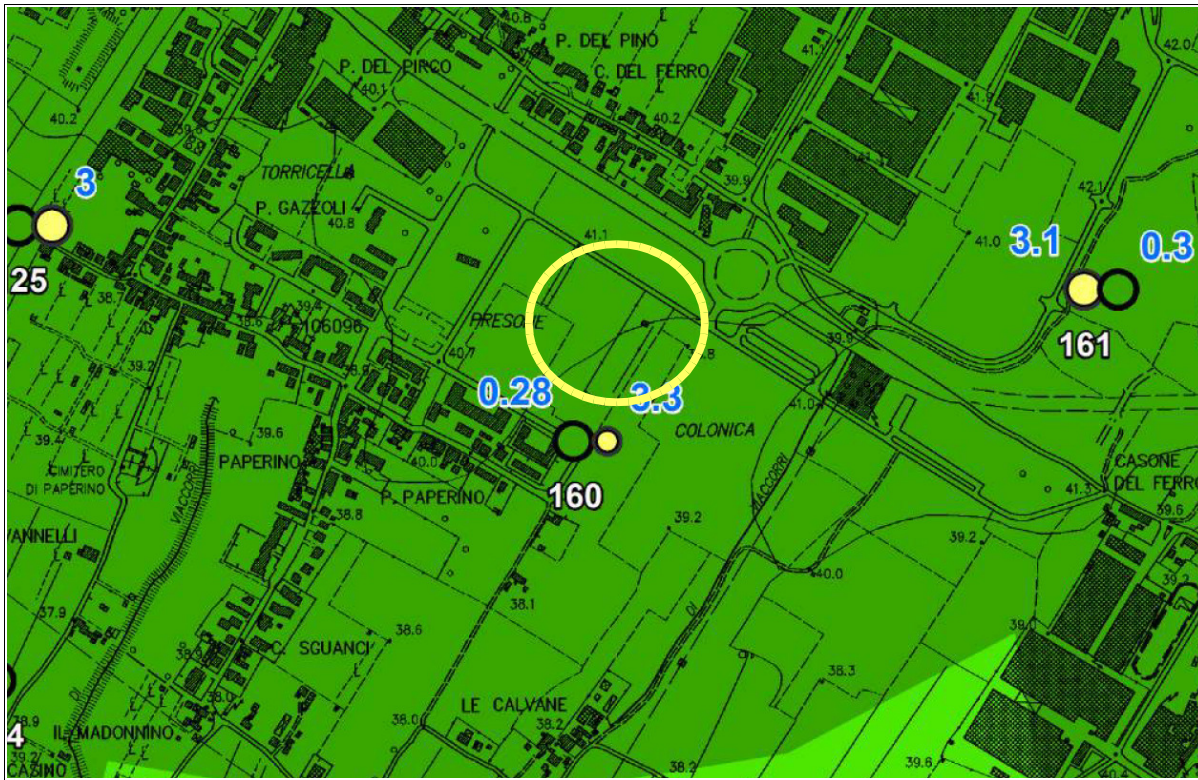
Firenze, 29 gennaio 2019

Dott. Geol. ROBERTO CHECCUCCI



APPENDICE I

ELABORATI GRAFICI RICHIAMATI NEL TESTO







Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.7

MICROZONAZIONE SISMICA
 Carta delle frequenze naturali dei depositi
Tavola B
 scala 1:10.000

Regione Toscana
 Comune di Prato



Regione Toscana	Soggetto realizzatore D.R.E.A.M Italia	Data Ottobre 2015
Comune Prato	Mannori & Burchiotti Geologi Associati	

Legenda

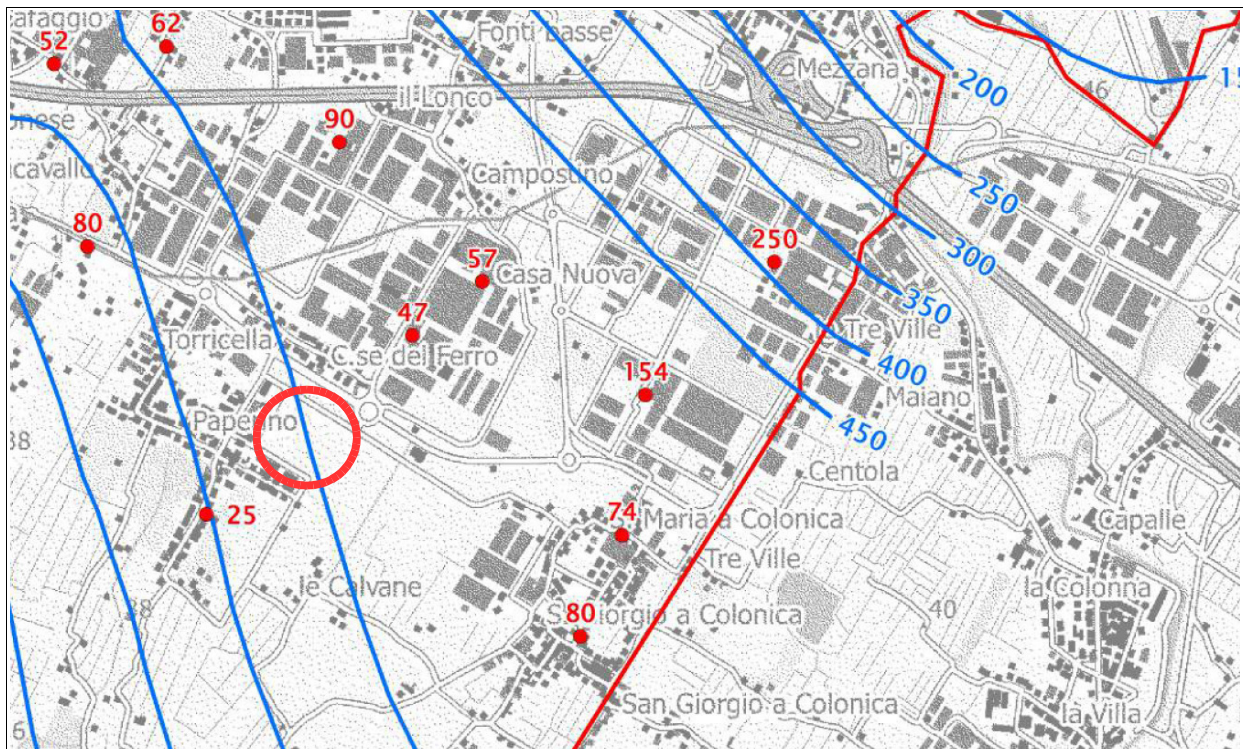
Classificazione in base agli intervalli di frequenze in hz

	0.1 - 0.35
	0.35 - 0.5
	0.5 - 1.0
	1.0 - 2.5
	2.5 - 5.0
	5.0 - 7.5
	7.5 - 10.0
	10.0 - 15.0
	15.0 - 40.0

Classificazione in base al valore di ampiezza

- Misure HVSR con ampiezza compresa fra 2 e 3
- Misure HVSR con ampiezza compresa fra 3 e 5
- Misure HVSR con ampiezza > 5
- Misure HVSR per le quali non è stato individuato alcun picco
- Numero dell'indagine
- 0.9** Valore della frequenza f0 di picco (in hz)

Figura 1 (scala indicativa)



Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle isobate

scala 1:25.000

Regione Toscana
Comune di Prato

Regione Toscana	Soggetto realizzatore D.R.E.AM Italia Mannori & Burchietti Geologi Associati	Data Ottobre 2015
Comune Prato		

Legenda

50 — 50 Curve di ugual profondità del substrato
 Il numero indica la profondità in m dal p.c.

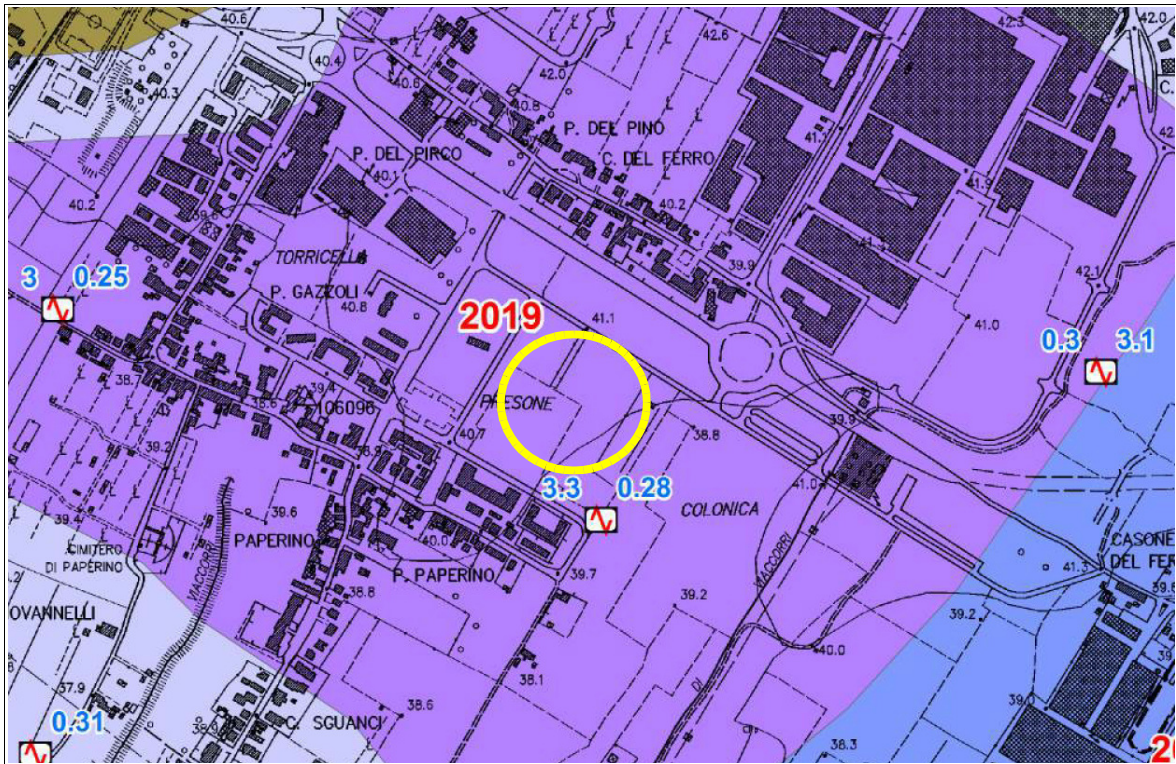
54 Sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico
 Il numero indica la profondità del sondaggio

16 Sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico
 Il numero indica la profondità del substrato

 Aree del comune non interessate dallo
 Studio di Microzonazione Sismica

 Limite di comune

Figura 2 (scala indicativa)



Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.7

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Tavola B

scala 1:10.000

Regione Toscana
Comune di Prato

Regione Toscana	Soggetto realizzatore D.R.E.A.M Italia	Data Ottobre 2015
Comune Prato	Mannoni & Burchiotti Geologi Associati	

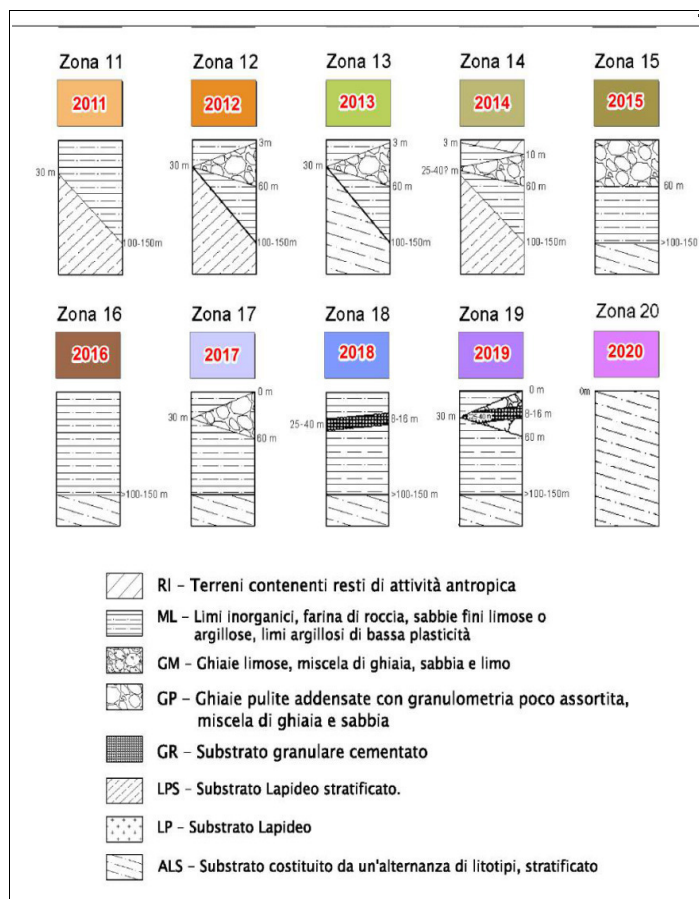


Figura 3 (scala indicativa)

Firmato da:

SANTINO ANTONIO CARIOSCIA

codice fiscale CRSSTN65S01G806V

num.serie: 7569979357607984477

emesso da: ArubaPEC EU Qualified Certificates CA G1

valido dal 31/01/2022 al 31/01/2025