COMUNE DI ARGENTA PROVINCIA DI FERRARA	COMMITTENTI:  PANIZZA CELIO PANIZZA ELISA CELESTINA MATTIOLO MARA VANNINI VALENTINO R.B. IMMOBILIARE
OPERA	PIANO URBANISTICO ATTUATTIVO VIA CANOVE: ANS 2(3)
ALLEGATO	RELAZIONE GEOLOGICA
DATA	LUGLIO 2011-AGG. FEBBRAIO 2012
	PROGETTISTA Ing. Carlo Argnani
PANIZZA CELIO PANIZZA	LA PROPRIETA'  A ELISA CELESTINA MATTIOLO MARA VANNINI VALENTINO R.B. IMMOBILIARE
Studio tecnico Ing. Car	lo Argnani via Garibaldi 33 Conselice tel. 054588242

REGIONE: Emilia Romagna PROVINCIA: Ferrara COMUNE: Argenta

# RELAZIONE GEOLOGIGA

PROGETTO: PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA LOTTIZZAZIONE IN VIA CANOVE, COMUNE DI ARGENTA (FE) .

Caratterizzazione geologica, geotecnica, sismica, idrogeologica dell'area di intervento

#### NORMATIVA D.M. 14/01/2008, ENTRATA IN VIGORE IL 01/07/2009

DATA: 13-12-2010 DOCUMENTO: n. 45-2010

**ROSSATO LIVIANO Costruzioni Edili** 

COMMITTENTE: Via XIV Giugno 1859 n. 7/A, cap 44011, Argenta (FE)

p.iva: 00872810387

Dr.Geol. Matteo Pollini

**GEOLOGO:** 

I.GEO.S Studio di geologia – geotecnica - idrogeologia e Ambiente & Sicurezza cantieri

Associated M.P.E. - partner R.P.D.E. - Business Development BIOENERGIE

Uffici Argenta (FE): Via B. Tisi n. 5 - Uffici Modena (MO): via D. Acqui

mobile: 339-2613319 e.mail 01: pollinimatteo@libero.it e.mail 02: pollinimatteo72@gmail.com







CPT	1
riferimento	022-10
certificato n°	
n°verb.accett.	

U.M.: 29/10/2010 Data esec.: Committente: Impresa Rossato kg/cm² Data certificato: 13/12/2010 Cantiere: via Canove Pagina: Località: argenta ARGENTA (FE) Elaborato: Falda: -2,00 m

							N	ATU	RA CC	ESIV	Ά				NΑ	TUI	RA G	RAI	NUL/	\RE		
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'νο	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Мо	Dr	øSc	øСа	øKo	øDB	øDM	øМе	F.L.	E'50		
m	kg/cm²			t/m³	kg/cm²	m/s	kg/cm²	%	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	%	(°)	(°)	(°)	(°)		(°)	ŀ	-	kg/cm²	kg/cm²
0,20	16,0	30,2	4 ~ ~ ~ 4 ~ ~ ~ 4 ~ ~ ~ 3 ::::::::	1,85	0,04 0,07	157	0,70	99,9	118	177	52 52	89	42 40	40 36	37 34	35 31	43	27 27		27 27	40	48
0,40 0.60	16,0 17,0	30,2 32,1	4 ~~~	1,85 1,85	0,07	157 161	0,70 0,72	99,9 65,4	118 123	177 184	52 54	73 65	39	35	32	30	40 39	27		28	40 43	48 51
0,80	32,0	36,8	3	1,85	0,15	204	-,				-	79	41	36	34	31	40	29 29	2,00	53	80	96
<b>1,00</b> 1,20	33,0 22,0	37,9 15,0		1,85 1,85	0,19 0,22	207 177	0,85	33,4	144	216	66	75 57	40 38	36 33	33 30	31 28	40 37	29 28	2,00	55 37	83 55	99 66
1,40	22,0	19,5	4 ~~~	1,85	0,26	177	0,85	27,6	144	216	66	53	38	32	29	27	36	28		37	55	66
1,60	18,0	18,0	4 ~ ~ ~ 4 ~ ~ ~ 2 = = = = = = = = = = = = = = = =	1,85	0,30	164	0,75	20,1	128	191	56											
1,80 <b>2.00</b>	17,0 13.0	19,5 17,8	2 ===	1,85 0,93	0,33 0,35	161 145	0,72 0,60	16,6 12,4	123 103	184 154	54 47											
2,20	10,0	13,7	2 ===	0,90	0,37	132	0,50	9,2	88	132	40											
2,40 2.60	6,0 12,0	9,0 20,0	2 ****	0,46 0,92	0,38 0,40	109 141	0,30 0,57	4,7 9.9	19 97	29 146	9 45											
2,80	13,0	16,3	2 ===	0,93	0,40	145	0,60	10,0	103	154	47											
3,00	14,0	19,2	2 ==	0,94	0,43	150	0,64	10,1	108	162	48											
3,20 3,40	15,0 14.0	17,2 16,1	2==	0,95 0.94	0,45 0.47	154 150	0,67 0,64	10,2 9.1	113 112	170 168	50 48											
3,60	17,0	15,0	2 ===	0,97	0,49	161	0,72	10,2	123	184	54											
3,80 <b>4.00</b>	16,0 11.0	15,0	2 ===	0,96 0,91	0,51 0,53	157 137	0,70 0,54	9,2 6,4	122 137	182 206	52 42											
4,20	11,0	9,2 27,5	2 ===	0,91	0,55	137	0,54	6,1	144	216	42											
4,40	10,0	13,7	2 ===	0,90	0,57	132	0,50	5,4	154	231	40											
4,60 4,80	11,0 10,0	18,3 14,9	2	0,91 0,90	0,58 0,60	137 132	0,54 0,50	5,7 5,0	157 166	236 249	42 40											
5,00	14,0	19,2	2 ===	0,94	0,62	150	0,64	6,5	160	240	48											
5,20 5.40	11,0 12,0	16,4 22,6	2 ===	0,91 0,92	0,64 0.66	137 141	0,54 0,57	5,1 5,3	176 180	264 269	42 45											
5,60	10,0	16,7	2 ===	0,90	0,68	132	0,50	4,3	189	283	40											
5,80	11,0	16,4	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	0,91	0,69	137	0,54	4,6	193	290	42											
<b>6,00</b> 6,20	11,0 11,0	16,4 15,1	2 ===	0,91 0,91	0,71 0,73	137 137	0,54 0,54	4,4 4,3	199 204	298 306	42 42											
6,40	12,0	15,0	2 ===	0,92	0,75	141	0,57	4,5	209	313	45											
6,60 6,80	9,0 10,0	12,3 16,7	2 ===	0,88 0,90	0,77 0,78	127 132	0,45 0,50	3,2 3,6	213 221	320 332	38 40											
7,00	12,0	17,9	2 ===	0,90	0,76	141	0,50	4,1	224	336	45											
7,20	13,0	17,8	2 ===	0,93	0,82	145	0,60	4,3	229	344	47											
7,40 7,60	12,0 11,0	17,9 15,1	2 ===	0,92 0,91	0,84 0,86	141 137	0,57 0,54	3,9 3,5	236 242	353 363	45 42											
7,80	8,0	11,0	2 ===	0,86	0,87	121	0,40	2,4	216	323	35											
<b>8,00</b> 8,20	8,0 10,0	15,1 16,7	2 ===	0,86 0,90	0,89 0,91	121 132	0,40 0,50	2,3 3,0	217 248	325 372	35 40											
8,40	16,0	23,9	2 ===	0,96	0,93	157	0,30	4,4	259	389	52											
8,60	14,0	19,2	2 ===	0,94	0,95	150	0,64	3,8	267	400	48											
8,80 <b>9,00</b>	8,0 9.0	17,0 22,5	2 ===	0,86 0,88	0,96 0.98	121 127	0,40 0,45	2,1 2,4	222 242	333 364	35 38											
9,20	9,0	22,5	2 ==	0,88	1,00	127	0,45	2,3	244	366	38											
9,40 9,60	9,0 13,0	19,1 19,4	2 ===	0,88 0,93	1,02 1,04	127 145	0,45 0,60	2,3 3,2	245 288	368 432	38 47											
9,80	23,0	26,4	4 √√	0,93	1,04	180	0,87	4,9	292	438	69	20	34	25	22	21	28	28		38	58	69
10,00	33,0	21,6	4 ~~~	0,97	1,07	207	1,10	6,5	277	416	99	32	35	27	24	22	30	29		55	83	99
10,20 10.40	40,0 42.0	30,1 22,5	4 ~ ~	0,90 1,00	1,09 1,11	222 226	1.40	8.4	265	397	126	38 40	36 36	28 28	25 25	23 23	31 32	30 30		67 70	100 105	120 126
10,60	45,0	21,7	4 ~~~ 4 ~~~ 4 ~~~	1,00	1,13	232	1,50	8,9	268	403	135	42	36	28	25 25	23	32	31		75	113	135
10,80 <b>11.00</b>	44,0 46.0	22,0 25.6	4 ~~~	1,00 1,01	1,15 1.17	230 234	1,47 1.53	8,5 8.8	274 278	410 417	132 138	40 41	36 36	28 28	25 25	23 23	32	31 31		73 77	110 115	132 138
11,20	45,0	20,5	4 ∿ ∿	1,00	1,17	232	1,50	8,4	284	426	135	40	36	28	25 25	23	32 32	31		75	113	135
11,40	38,0	17,3	4 ~~~	0,99	1,21	218	1,27	6,6	310	466	114	34	35	27	24 22	22	30	30		63	95	114
11,60 11,80	30,0 32,0	15,0 16,6	4 ~~~~	0,96 0,97	1,23 1,25	199 204	1,00 1,07	4,8 5,1	341 344	512 516	90 96	26 27	34 35	26 26	23	21 21	29 29	29 29		50 53	75 80	90 96
12,00	28,0	24,8	4 √√	0,96	1,27	194	0,97	4,5	354	532	84	22	34	25	22	21	29	28		47	70	84
12,20 12,40	26,0 30,0	17,7 15,0	4 ~ ~ ~	0,95 0,96	1,29 1,31	189 199	0,93 1,00	4,2 4,5	360 365	540 547	78 90	19 24	34	25 25	21	20 21	28 29	28 29		43 50	65 75	78 90
12,60	32,0	14,5	4 ~~~~	0,90	1,33	204	1,00	4,8	369	553	96	26	34 34	26	22 22	21	29	29		53	80	96
12,80	33,0	13,8	4 ~ ~ ~	0,97	1,35	207	1,10	4,9	373	560	99	27	34	26	22	21 22	29	29		55	83	99
<b>13,00</b> 13,20	42,0 33,0	26,3 19,1	4 ~~~	1,00 0,97	1,37 1,39	226 207	1,40 1,10	6,5 4,7	353 386	530 578	126 99	35 26	35 34	27 26	24 22	21	30 29	30 29		70 55	105 83	126 99
13,40	34,0	30,1	3	0,89	1,40	209						27	34	26	22	21	29	29		57	85	102
13,60 13.80	32,0 25,0	22,9 15,6	4 ~~~	0,97 0,94	1,42 1,44	204 186	1,07 0,91	4,4 3,5	398 407	596 611	96 75	24 15	34 33	25 24	22 21	21 19	29 27	29 28		53 42	80 63	96 75
14,00	25,0	16,3	4 √2,∿	0,94	1,46	186	0,91	3,5	412	618	75	15	33	24	21	19	27	28		42	63	75
14,20 14,40	23,0 23,0	23,0 23,0	$4 \sim \sim$	0,94 0,94	1,48 1,50	180 180	0,87 0,87	3,2	412 416	618 624	69 69	12 12	33 33	23 23	20 20	19 19	27 27	28 28		38 38	58 58	69 69
14,60	30,0	15,0	4 ~~~~	0,96	1,52	199	1,00	3,2 3,7	428	643	90	20	34	25	21	20	28	29		50	75	90
14,80	30,0	25,0	4 ~~~	0,96	1,54	199	1,00	3,7	434	651	90	20	34	25	21	20	28	29		50	75	90
15,00	19,0	20,4	<u> </u>	0,99	1,56	168	0,78	2,6	404	606	58											

CPT	2
riferimento	022-10
certificato n°	
n°verb.accett.	

U.M.: 29/10/2010 Data esec.: Committente: Impresa Rossato kg/cm² Data certificato: 13/12/2010 Cantiere: via Canove Pagina: Località: argenta ARGENTA (FE) Elaborato: Falda: -1,90 m

							N	IATU	RA CO	DESI	/A				NA	TUF	RA G	RAN	NULA	RE		
Prof.	qc kg/cm²	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'VO kg/cm²	Vs m/s	Cu kg/cm²	OCR %	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	øSc (°)	øCa (°)			øDM (°) (	øMe °)	F.L.	E'50	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20 0,40 0,60 0,80	19,0 19,0 25,0 36,0	35,8 35,8 17,0 36,0	4 ~ ~ ~ 4 ~ ~ ~ 4 ~ ~ ~ 3	1,85 1,85 1,85 1,85	0,04 0,07 0,11 0,15	168 168 186 214	0,78 0,78 0,91	99,9 99,9 87,0	132 132 155	198 198 232	58 58 75	95 78 78 83	43 41 41 41	41 37 37 37	38 35 34 34	36 32 32 32	44 41 41 41	27 27 28 30	  2,00	32 32 42 60	48 48 63 90	57 57 75 108
1,00 1,20 1,40 1,60 1,80	34,0 22,0 14,0 15,0 15,0	31,8 12,2 10,0 22,4 22,4	4 ~~	1,85 1,85 1,85 1,85 1,85	0,19 0,22 0,26 0,30 0,33	209 177 150 154 154	0,85 0,64 0,67 0,67	33,4 19,3 17,3 15,0	144 108 113 113	216 162 170 170	66 48 50 50	76 57  	40 38  	36 33  	33 30  	31 28  	40 37  	29 28  	2,00   	57 37  	85 55  	102 66  
2,00 2,20 2,40 2,60 2,80	14,0 12,0 10,0 10,0 10,0	23,3 20,0 14,9 18,9 21,3	2	0,94 0,92 0,90 0,90 0,90	0,35 0,37 0,39 0,41 0.42	150 141 132 132 132	0,64 0,57 0,50 0,50 0,50	13,2 10,8 8,6 8,1 7,7	108 97 92 97 103	162 146 138 146 154	48 45 40 40 40	   	  	  		  	  		  	  	=	  
3,00 3,20 3,40 3,60	8,0 7,0 8,0 16,0	17,0 13,2 17,0 40,0	2 ==== 1 ***** 2 **** 4 ~, ~	0,86 0,46 0,86 0,90	0,44 0,45 0,47 0,49	121 115 121 157	0,40 0,35 0,40 0,70	5,6 4,6 5,2 9,8	119 23 128 119	179 34 193 178	35 11 35 52	   27	  34	   27	  24	  23	   31	   27	=======================================	   27	  40	   48
3,80 <b>4,00</b> 4,20 4,40 4,60	12,0 15,0 14,0 11,0 12.0	15,0 22,4 23,3 16,4 20,0	1 ***** 2 **** 4	0,92 0,95 0,94 0,91 0,92	0,50 0,52 0,54 0,56 0.58	141 154 150 137 141	0,57 0,67 0,64 0,54 0,57	7,3 8,5 7,7 5,9 6,2	124 124 132 149 152	187 186 198 223 228	45 50 48 42 45	   	  	  	  	   	   		  	   	  	   
4,80 <b>5,00</b> 5,20 5,40 5,60	10,0 10,0 9,0 13,0 14,0	14,9 14,9 15,0 21,7 19,2	2 =====================================	0,90 0,90 0,88 0,93 0,94	0,60 0,61 0,63 0,65 0,67	132 132 127 145 150	0,50 0,50 0,45 0,60 0,64	5,0 4,9 4,1 5,7 5,9	164 170 176 175 178	247 255 265 262 267	40 40 38 47 48	  	  	  		  	  		  	  	=	  
5,80 <b>6,00</b> 6,20 6,40	13,0 13,0 13,0 13,0	21,7 24,5 21,7 21,7	2 === 2 === 2 === 2 === 2	0,93 0,93 0,93 0,93	0,69 0,71 0,73 0,74	145 145 145 145	0,60 0,60 0,60 0,60	5,3 5,2 5,0 4,8	188 194 200 206	282 291 300 309	47 47 47 47	  	  	- - -		  	  	-	=======================================	  	=	  
6,60 6,80 <b>7,00</b> 7,20 7,40	12,0 12,0 14,0 13,0 11,0	17,9 22,6 23,3 21,7 20,8	2	0,92 0,92 0,94 0,93 0,91	0,76 0,78 0,80 0,82 0,84	141 141 150 145 137	0,57 0,57 0,64 0,60 0,54	4,4 4,2 4,7 4,3 3,6	213 218 222 229 236	319 327 333 343 354	45 45 48 47 42	  	  	  		  	   		  	  	  	  
7,60 7,80 <b>8,00</b> 8,20 8,40	9,0 10,0 10,0 13,0 15,0	19,1 25,0 25,0 32,5 25,0	4 ~. ~	0,88 0,90 0,90 0,88 0,95	0,85 0,87 0,89 0,91 0,93	127 132 132 145 154	0,45 0,50 0,50 0,60 0,67	2,8 3,1 3,1 3,8 4,2	228 241 245 256 259	342 362 367 384 388	38 40 40 47 50	  4	  32	  23	  20	  19	  26	  26	  	  22	  33	  39
8,60 8,80 <b>9,00</b> 9,20 9,40	15,0 15,0 13,0 11,0 14,0 13,0	25,0 19,4 20,8 35,0 32,5	2	0,95 0,93 0,91 0,89 0,88	0,95 0,96 0,98 1,00 1,02	154 145 137 150 145	0,67 0,60 0,54 0,64 0,60	4,1 3,5 2,9 3,6 3,3	264 272 267 282 284	396 408 400 423 427	50 47 42 48 47	   4 1	  32 31	  23 22	  20 19	   18 18	  26 25	  26 26	-	  23 22	  35 33	  42 39
9,60 9,80 10,00 10,20 10,40 10,60 11,00 11,20 11,40 11,60 12,20 12,40 12,60 12,80	13,0 18,0 30,0 41,0 44,0 45,0 39,0 32,0 28,0 28,0 35,0 43,0 35,0 43,0 39,0	27,7 24,7 32,3 29,3 22,8 21,5 22,0 25,0 20,2 17,1 23,3 21,9 25,7 18,5 26,5	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	0,93 0,98 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,97 0,96 0,96 0,98 1,00 0,97 1,00	1,04 1,06 1,07 1,09 1,11 1,13 1,15 1,17 1,21 1,23 1,25 1,27 1,29 1,31 1,33 1,35	145 164 199 224 230 228 230 232 220 204 194 194 209 211 228 204 220	0,60 0,75 1,37 1,47 1,43 1,47 1,50 1,30 1,07 0,97 0,97 1,13 1,17 1,43 1,07 1,30	3,2 4,1 3 8,9 8,4 8,5 5,0 5,6 4,5 4,5 5,5 7,8 6,0	288 295  260 264 274 278 300 331 343 349 345 349 328 369 357	432 442  391 396 404 411 418 450 496 514 523 518 524 493 554 536	47 56 123 132 129 135 117 96 84 84 102 105 129 96 117	29 39 41 40 41 35 28 23 23 29 30 36 26 32	35 36 36 36 36 35 35 34 35 36 36 36 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37	26 28 28 28 28 28 27 26 25 26 27 26 27 26	23 25 25 25 25 25 25 24 23 22 23 24 22 23 24 22 23	22 23 23 23 23 23 23 22 21 21 21 22 22 23 21 22 22 23	32 32 32 32 32 32 32 31 30 29 29 30 30 31 29	29 30 31 30 31 31 30 29 28 29 29 30 29		50 68 73 72 73 75 65 53 47 47 57 58 72 53 65	75 103 110 108 110 113 98 80 70 70 85 88 108 80 98	90 123 132 129 132 135 117 96 84 84 102 105 129 96
13,00 13,20 13,40 13,60 13,80 14,00 14,20 14,40 14,60 14,80 15,00	25,0 25,0 24,0 34,0 28,0 32,0 19,0 15,0 18,0 21,0	13,0 17,9 24,0 46,6 28,0 29,9 25,2 15,8 14,0 18,0 18,6	4 \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	0,94 0,94 0,94 0,89 0,96 0,97 0,97 0,99 0,95 0,98	1,37 1,39 1,41 1,42 1,44 1,46 1,48 1,50 1,52 1,54 1,56	186 186 183 209 194 204 204 168 154 164 174	0,91 0,91 0,89  0,97 1,07 1,07 0,78 0,67 0,75 0,82	3,8 3,7 3,5  3,8 4,2 4,2 2,7 2,6 2,8	386 392 397  406 408 414 398 364 395 417	579 587 595  610 613 621 596 546 592 626	75 75 72  84 96 96 58 50 56 63	17 16 15 26 19 24 23  8	33 33 34 34 34   32	24 24 24 26 25 25 25   23	21 21 22 22 21 22 22   19	20 20 19 21 20 21 21  -1 18	27 27 27 29 28 28 28   26	28 28 29 28 29 29 29   27	       	42 42 40 57 47 53 53   35	63 63 60 85 70 80 80   53	75 75 72 102 84 96 96   63

CPT	3
riferimento	022-10
certificato n°	
n°verb.accett.	

U.M.: 29/10/2010 Data esec.: Committente: Impresa Rossato kg/cm² Data certificato: 13/12/2010 Cantiere: via Canove Pagina: Località: argenta ARGENTA (FE) Elaborato: Falda: -2,40 m

							N	ATU	RA CC	ESIV	Ά				NA	TUF	RA G	RAN	IULA	RE		
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'V0	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	øSc				øDM	øМе	F.L.	E'50	E'25	Mo
m 0.20	kg/cm² 19,0	35,8	4~~	t/m³ 1,85	kg/cm² 0,04	m/s 168	kg/cm² 0,78	% 99.9	kg/cm² 132	kg/cm² 198	kg/cm² 58	% 95	(°) 43	(°) 41	(°) 38	(°) 36	(°) (	ິ) 27	K	g/cm² 32	kg/cm² 48	kg/cm² 57
0,40	20,0	27,4	4 ~~~	1,85	0,07	171	0,80	99,9	136	204	60	80	41	38	35	33	41	27		33	50	60
0,60 0,80	24,0 26,0	24,0 29,9	4 ~~~	1,85 1,85	0,11 0,15	183 189	0,89 0,93	84,6 62,3	151 158	227 237	72 78	77 72	40 40	36 35	34 33	31 31	40 40	28 28		40 43	60 65	72 78
<b>1,00</b> 1,20	18,0 15.0	12,2 16,1	2 ===	1,85 1,85	0,19 0.22	164 154	0,75 0,67	36,1 24.8	128 113	191 170	56 50											
1,40	15,0	14,0	4	1,85	0,26	154	0,67	20,5	113	170	50											
1,60 1.80	13,0 13.0	14,0 19,4	2 ===	1,85 1,85	0,30 0,33	145 145	0,60 0,60	15,3 13,2	103 103	154 154	47 47											
2,00	13,0	14,9	2 ===	1,85	0,37	145	0,60	11,6	103	154	47											
2,20 2,40	12,0 15,0	12,9 16,1	2 ===	1,85 0,95	0,41 0,43	141 154	0,57 0,67	9,6 11,0	98 113	147 170	45 50											
2,60 2,80	14,0 15,0	15,1 16,1	2 ===	0,94 0,95	0,44 0,46	150 154	0,64 0,67	9,8 9,9	108 114	163 170	48 50											
3,00	15,0	18,8	2 ===	0,95	0,48	154	0,67	9,4	115	173	50											
3,20 3,40	15,0 14,0	18,8 15,1	2 ===	0,95 0,94	0,50 0,52	154 150	0,67 0,64	9,0 8,1	119 125	178 187	50 48											
3,60 3.80	20,0 29,0	23,0 54,7	4 ~~~	0,93 0,87	0,54 0,56	171 197	0,80	10,3	136	204	60	32 44	35 36	28 29	25 26	23 25	31 33	27 29		33 48	50 73	60 87
4,00	14,0	26,4	2 ===	0,94	0,58	150	0,64	7,1	143	215	48											
4,20 4,40	10,0 9,0	16,7 19,1	2 ===	0,90 0,88	0,59 0,61	132 127	0,50 0,45	5,1 4,3	163 171	245 256	40 38											
4,60 4.80	11,0 12.0	27,5 20,0	2	0,91	0,63 0.65	137 141	0,54 0,57	5,1 5,4	173 176	259 265	42 45											
5,00	13,0	19,4	2 ===	0,92 0,93	0,67	145	0,60	5,6	180	270	47											
5,20 5,40	12,0 11,0	17,9 20,8	2 ===	0,92 0,91	0,68 0,70	141 137	0,57 0,54	5,0 4,5	189 196	283 294	45 42											
5,60	11,0	16,4	2 ===	0,91	0,72	137	0,54	4,3	201	302	42											
5,80 <b>6,00</b>	14,0 9,0	23,3 15,0	2 ===	0,94 0,88	0,74 0,76	150 127	0,64 0,45	5,2 3,3	203 212	304 317	48 38											
6,20 6.40	9,0 8,0	22,5 20,0	2 ===	0,88 0,86	0,78 0.79	127 121	0,45 0,40	3,2 2,7	215 207	323 311	38 35											
6,60	9,0	27,3	2 ===	0,88	0,81	127	0,45	3,0	222	332	38											
6,80 <b>7,00</b>	9,0 9,0	17,0 19,1	2 ==	0,88 0,88	0,83 0,85	127 127	0,45 0,45	2,9 2,9	224 227	337 341	38 38											
7,20 7,40	9,0 16,0	22,5 30,2	2 ===	0,88	0,86 0,88	127 157	0,45 0,70	2,8 4,7	230 245	344 367	38 52	 12	33	24	 21	20	 27	 27		 27	40	48
7,60	16,0	26,7	4 ~~~ 2 ====	0,96	0,90	157	0,70	4,6	251	376	52											
7,80 <b>8.00</b>	13,0 9,0	19,4 15,0	2	0,93 0,88	0,92 0,94	145 127	0,60 0,45	3,7 2,5	259 238	389 357	47 38											
8,20 8,40	13,0 17,0	24,5 32,1	2 === 4 ~\^	0,93 0,91	0,95 0,97	145 161	0,60 0,72	3,5 4,3	269 272	404 407	47 54	 12	33	 24	 21	20	 27	 27		 28	43	 51
8,60	20,0	25,0	4 ~~~~	0,93	0,99	171	0,80	4,8	275	412	60	17	33	25	21	20	28	27		33	50	60
8,80 <b>9.00</b>	26,0 30,0	26,0 23,6	4 ~ ~	0,95 0,96	1,01 1,03	189 199	0,93 1,00	5,7 6,1	272 272	408 408	78 90	25 30	34 35	26 27	23 23	21 22	29 30	28 29		43 50	65 75	78 90
9,20	40,0	24,0	$4 \sim \sim$	1,00	1,05	222	1,33	8,5	249	374	120	39	36	28	25	23	32	30		67	100	120
9,40 9,60	49,0 53,0	21,6 20,4	4 ~~~~	1,01 1,01	1,07 1,09	240 247	1,63 1,77	10,7 11,5	278 300	417 451	147 159	46 48	37 37	29 29	26 26	24 24	33 33 33	31 31		82 88	123 133	147 159
9,80 <b>10.00</b>	50,0 40.0	15,6 27.2	4 ~~~~	1,01 1,00	1,11 1.13	242 222	1,67 1,33	10,4 7.7	283 274	425 411	150 120	46 38	37 36	29 27	26 24	24 23	33 31	31 30		83 67	125 100	150 120
10,20	45,0	24,1	4 ~~~~	1,00	1,15	232	1,50	8,8	272	409	135	41	36	28	25 25	23	32 32	31		75	113	135
10,40 10,60	50,0 52,0	25,0 22,9	4 ~~~	1,01 1,01	1,17 1,19	242 245	1,67 1,73	9,8 10,0	285 295	427 442	150 156	44 45	37 37	28 29	25 25	24 24	32 32	31 31		83 87	125 130	150 156
10,80 <b>11,00</b>	45,0	18,8	4 ~	1,00 1,00	1,21 1,23	232	1,50 1,50	8,2	289	433 443	135 135	40 39	36	28 28	25 25 25	23 23	31 31	31 31		75	113 113	135
11,20	45,0 39,0	25,0 20,2	4 ~~~~	1,00	1,25	232 220	1,30	8,0 6,6	295 321	481	117	34	36 35	27	24	22	30	30		75 65	98	135 117
11,40 11,60	32,0 28,0	17,1 23,3	4 ~~~~	0,97 0,96	1,27 1,29	204 194	1,07 0,97	5,0 4,4	350 360	525 540	96 84	27 22	34 34	26 25	23 22	21 21	29 28	29 28		53 47	80 70	96 84
11,80	28,0	20,0	4 √2,∿	0,96	1,31	194	0,97	4,3	365	548	84	22 28	34	25	22	20	28	28		47	70	84
<b>12,00</b> 12,20	34,0 35,0	21,3 21,9	4 ~~~~	0,98 0,98	1,33 1,35	209 211	1,13 1,17	5,2 5,2	365 369	547 553	102 105	29	35 35	26 26	23 23	21 21	29 29	29 29		57 58	85 88	102 105
12,40 12,60	43,0 32,0	25,7 18,5	4 ~~~~~	1,00 0,97	1,37 1,39	228 204	1,43 1,07	6,7 4,5	349 387	524 580	129 96	35 25	35 34	27 25	24 22	22 21	31 29	30 29		72 53	108 80	129 96
12,80	39,0	26,5	$4 \sim \sim$	1,00	1,41	220	1,30	5,7	378	567	117	31	35	26	23	22	30	30		65	98	117
<b>13,00</b> 13,20	25,0 25,0	13,0 17,9	4 ~ ~ ~ ~ 4 ~ ~ ~	0,94 0,94	1,43 1,44	186 186	0,91 0,91	3,6 3,5	402 407	604 611	75 75	16 15	33 33	24 24	21 21	20 19	27 27	28 28		42 42	63 63	75 75
13,40	24,0	24,0	4 ~~~	0,94	1,46	183	0,89	3,4	411	616	72	14	33	24	20	19	27	28		40	60	72
13,60 13,80	34,0 28,0	46,6 28,0	4 ~ ~	0,89 0,96	1,48 1,50	209 194	0,97	3,6	424	635	84	25 18	34 33	25 24	22 21	21 20	29 28	29 28		57 47	85 70	102 84
<b>14,00</b> 14,20	43,0 35,0	20,8 18,7	4 ~~~~	1,00 0,98	1,52 1,54	228 211	1,43 1,17	5,8 4,4	406 430	608 644	129 105	33 25	35 34	26 25	23	22 21	30 29	30 29		72 58	108 88	129 105
14,40		15,0	4 ~~~	0,98	1,54	171	0,80	2,7	411	617	60	6	32	22	19	18	26	27		33	50	60
14.60	20,0		2																	00	50	00
14,80 <b>15,00</b>	18,0 20,0	15,9 15,0	4 ~~~ 2 =================================	0,98 0,93 0,93	1,58 1,60	164 171 174	0,75 0,80 0,82	2,5 2,6	399 416	598 624 637	56 60	5	32 32	22 23	19 19	18 18	25 26	27 27		33 35	50 50 53	60

CPT	4
riferimento	022-10
certificato n°	
n°verb.accett.	

U.M.: 29/10/2010 Data esec.: Committente: Impresa Rossato kg/cm² Data certificato: 13/12/2010 Cantiere: via Canove Pagina: Località: argenta ARGENTA (FE) Elaborato: Falda: -2,40 m

							N	ATU	RA CO	DESIV	Ά				NA	TUI	RA G	RAN	IULA	RE		
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'νο	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	øSc	,		øDB			F.L.	E'50	E'25	Mo
m 0.20	kg/cm² 22,0	27,5	4 ~ ~ ~	t/m³ 1,85	kg/cm² 0.04	m/s 177	kg/cm² 0,85	% 99.9	kg/cm² 144	kg/cm² 216	kg/cm² 66	% 100	(°) 43	(°) 41	(°) 39	(°) 36	(°) (	28	K	37	kg/cm² 55	kg/cm² 66
0,40 0.60	20,0 14.0	27,4 12.4	4 ~~~	1,85 1,85	0,07 0.11	171 150	0,80 0.64	99,9 55.7	136 108	204 162	60 48	80	41	38	35	33	41	27		33	50	60
0,80	13,0 12.0	11,5	2 ===	1,85 1,85	0,15	145 141	0,60 0,57	36,5	103 97	154 146	47 45											
<b>1,00</b> 1,20	10,0	11,2 13,7	2 ===	1,85	0,19 0,22	132	0,50	25,7 17,3	85	128	40											
1,40 1,60	16,0 11,0	20,0 12,6	2 ===	1,85 1,85	0,26 0,30	157 137	0,70 0,54	21,6 13,2	118 91	177 137	52 42											
1,80 <b>2,00</b>	12,0 12,0	15,0 16,4	4	1,85 1,85	0,33 0,37	141 141	0,57 0,57	12,3 10,8	97 97	146 146	45 45											
2,20 2.40	10,0 11.0	12,5 13,8	2 ===	1,85 0.91	0,41 0.43	132 137	0,50 0,54	8,1 8.4	97 101	146 152	40 42											
2,60 2,80	15,0 16,0	18,8 16,0	2 ===	0,95 0,96	0,44 0,46	154 157	0,67 0,70	10,4 10,4	113 118	170 177	50 52											
3,00	16,0	14,2	2 ===	0,96	0,48	157	0,70	9,9	118	178	52											
3,20 3,40	16,0 10,0	14,2 11,5	2 ===	0,96 0,90	0,50 0,52	157 132	0,70 0,50	9,4 6,0	120 138	180 207	52 40											
3,60 3,80	13,0 14,0	17,8 19,2	2 ===	0,93 0,94	0,54 0,56	145 150	0,60 0,64	7,3 7,4	133 137	200 205	47 48											
<b>4,00</b> 4,20	13,0 13,0	14,0 17,8	2 ====	0,93 0,93	0,58 0,59	145 145	0,60 0,60	6,7 6,4	147 154	221 231	47 47											
4,40 4.60	11,0 13,0	18,3 27,7	2 ===	0,91 0,93	0,61 0.63	137 145	0,54 0,60	5,3 5,9	167 167	251 251	42 47											
4,80	10,0	13,7	2 ===	0,90	0,65	132	0,50	4,5	181	271	40			Ξ	-							
<b>5,00</b> 5,20	14,0 17,0	20,9 32,1	4 👼	0,94 0,91	0,67 0,69	150 161	0,64 0,72	5,9 6,7	178 175	266 262	48 54	20	34	26	22	21	29	27		28	43	51
5,40 5,60	12,0 12,0	16,4 20,0	2 ===	0,92 0,92	0,70 0,72	141 141	0,57 0,57	4,8 4,7	195 201	293 302	45 45											
5,80 <b>6.00</b>	12,0 7.0	17,9 11.7	1 ****	0,92 0.46	0,74 0.75	141 115	0,57 0.35	4,5 2.4	207 39	310 59	45 11											
6,20 6.40	6,0 6,0	15,0 18,2	1 ****** 2 **** 2 **** 2 **** 2 **** 2 ****	0,46 0,82	0,76 0,78	109 109	0,30 0,30	2,0 1,9	36 169	54 254	9											
6,60	7,0	17,5	2 ===	0,84 0,91	0,79	115	0,35	2,3	191	286	32											
6,80 <b>7,00</b>	11,0 9,0	23,4 17,0	2 ===	0,88	0,81 0,83	137 127	0,54 0,45	3,7 2,9	229 225	343 337	42 38											
7,20 7,40	7,0 8,0	14,9 24,2	1 ***** 2 *** 2 *** 2 *** 2 *** 2 **** 2 **** 2 **** 2 **** 2 **** 2 **** 2 **** 2 **** 2 ****	0,46 0,86	0,84 0,86	115 121	0,35 0,40	2,1 2,4	41 214	62 321	11 35											
7,60 7,80	8,0 9,0	17,0 11,3	2 ===	0,86 0,88	0,87 0,89	121 127	0,40 0,45	2,4 2,7	215 233	323 349	35 38											
<b>8,00</b> 8,20	11,0 17.0	18,3 19.5	2 ===	0,91 0,97	0,91 0.93	137 161	0,54 0.72	3,3 4,6	253 258	380 387	42 54											
8,40 8,60	23,0 27,0	21,5 20,3	4 ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	0,94 0,95	0,95 0,97	180 192	0,87 0,95	5,6 6,1	255 254	382 381	69 81	23 28	34 35	26 26	22 23	21 22	29 30	28 28		38 45	58 68	69 81
8,80	30,0	23,6	4 200	0,96	0,98	199	1,00	6,4	255	383	90	31	35	27	24	22 22	30	29		50	75	90
<b>9,00</b> 9,20	30,0 37,0	18,8 26,4	4 ~~~~	0,96 0,99	1,00 1,02	199 216	1,00 1,23	6,3 7,9	262 246	393 369	90 111	31 37	35 36	27 28	23 24	23	30 31	29 30		50 62	75 93	90 111
9,40 9,60	37,0 29,0	19,2 16,1	4 ~~~	0,99 0,96	1,04 1,06	216 197	1,23 0,98	7,7 5,7	253 285	379 428	111 87	37 28	36 35	28 26	24 23	23 22	31 30	30 29		62 48	93 73	111 87
9,80 <b>10,00</b>	37,0 30.0	24,2 15,0	4 ~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	0,99 0,96	1,08 1,10	216 199	1,23 1,00	7,4 5,6	266 298	399 446	111 90	36 28	36 35	27 26	24 23	23 22	31 30	30 29		62 50	93 75	111 90
10,20 10,40	41,0	29,3	4 ~~~~	1,00 1,00	1,12	224 230	1,37	8,0	269	403	123 132	39 41	36 36	28 28	25 25	23 23	31 32	30 31		68 73	103	123
10,60	44,0 43,0	22,8 21,5	4 ~~~	1,00	1,14 1,16	228	1,47 1,43	8,6 8,2	271 278	406 416	129	39	36	28	25	23	31	30		72	110 108	132 129
10,80 <b>11,00</b>	44,0 45,0	22,0 25,0	4 ~~~~	1,00 1,00	1,18 1,20	230 232	1,47 1,50	8,2 8,3	282 286	423 429	132 135	40 40	36 36	28 28	25 25	23 23 22	31 31	31 31		73 75	110 113	132 135
11,20 11,40	39,0 32,0	20,2 17,1	4 ~~~~	1,00 0,97	1,22 1,24	220 204	1,30 1,07	6,8 5,2	310 340	465 510	117 96	35 28	35 35	27 26	24 23	22 21	31 29	30 29		65 53	98 80	117 96
11,60 11.80	28,0 28,0	23,3 20,0	4 ~~~~	0,96 0,96	1,26 1,28	194 194	0,97 0,97	4,5 4,4	351 357	527 536	84 84	23 22	34 34	25 25	22 22	21 21	29 28	28 28		47 47	70 70	84 84
12,00	34,0	21,3	4 ~~~~	0,98	1,30	209	1,13	5,3	355	532	102	29	35	26	23	21	29	29		57	85 88	102
12,20 12,40	35,0 43,0	21,9 25,7	4 ~ ~ ~	0,98 1,00	1,32 1,34	211 228	1,17 1,43	5,4 6,8	359 339	538 508	105 129	29 36	35 36	26 27	23 24	22 22 21	30 31	29 30		58 72	108	105 129
12,60 12,80	32,0 39,0	18,5 26,5	4 ~~~~	0,97 1,00	1,36 1,38	204 220	1,07 1,30	4,6 5,8	378 368	567 551	96 117	25 32	34 35	25 26	22 23	22	29 30	29 30		53 65	80 98	96 117
<b>13,00</b> 13,20	25,0 25,0	13,0 17,9	4 ~ ~ ~	0,94 0,94	1,40 1,42	186 186	0,91 0,91	3,7 3,6	394 400	591 599	75 75	16 16	33 33	24 24	21 21	20 20	27 27	28 28		42 42	63 63	75 75
13,40 13,60	25,0 20.0	15,0 10,0	4 ~~~~	0,94 0,93	1,43 1,45	186 171	0,91 0,80	3,6 3,0	405 396	607 594	75 60	16	33 32	24 23	21 19	20 18	27 26	28 27		42 33	63 50	75 60
13,80	29,0	87,9	3	0,87	1,47	197						20	34	25	21	20	28	29		48	73	87
<b>14,00</b> 14,20	33,0 33,0	37,9 29,2	4 ~~~	0,88 0,97	1,49 1,51	207	1,10	4,2	421	632	99	24 24	34 34	25 25	22 22	21 21	29 28	29 29		55 55	83 83	99 99
14,40 14,60	20,0 20,0	17,7 25,0	4 ~~~~	0,93 0,93	1,53 1,54	171 171	0,80 0,80	2,8 2,8	407 409	611 614	60 60	6 6	32 32	23 23	19 19	18 18	26 26	27 27		33 33	50 50	60 60
14,80 <b>15,00</b>	19,0 20,0	20,4 18,7	2 =====================================	0,99	1,56 1,58	168 171	0,78 0,80	2,6 2,7	405 414	608 621	58 60	 5	32	 22	 19	 18	 25	 27		33	 50	 60
,,,,,,	.,-	.,.		.,	,		.,	.,.				-			-	-		•				

CPT	5
riferimento	022-10
certificato nº	
n°verb.accett.	

U.M.: 29/10/2010 Data esec.: Committente: Impresa Rossato kg/cm² Data certificato: 13/12/2010 Cantiere: via Canove Pagina: Località: argenta ARGENTA (FE) Elaborato: Falda: -2,50 m

							N	ATU	RA CC	ESIV	Ά				NA	TUI	RA G	RAN	NULA	RE		
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'νο	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Мо	Dr	øSc	øСа	øKo	øDB	øDM	øМе	F.L.	E'50	E'25	Мо
m	kg/cm²		4	t/m³	kg/cm²	m/s	kg/cm²	%	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	%	(°)	(°)		(°)		(°)	k	•	•	kg/cm²
0,20 0.40	20,0 18,0	29,9 26,9	4 ~~~	1,85 1,85	0,04 0,07	171 164	0,80 0,75	99,9 99,9	136 128	204 191	60 56	97	43	41	39	36	44	27		33	50	60
0,60	15,0	12,5	2 ===	1,85	0,11	154	0,67	59,0	113	170	50											
0,80	14,0	12,4	2 ===	1,85	0,15	150	0,64	38,9	108 97	162 146	48											
<b>1,00</b> 1,20	12,0 10,0	12,9 14,9	2 ===	1,85 1,85	0,19 0,22	141 132	0,57 0,50	25,7 17,3	97 85	128	45 40											
1,40	17,0	130,8	4 ₹₹	1,85	0,26	161	0,72	22,7	123	184	54	44	37	31	28	26	35	27		28	43	51
1,60 1.80	12,0 20.0	15,0 100,0	2	1,85 1,85	0,30 0,33	141 171	0,57 0,80	14,3 18,8	97 136	146 204	45 60	44	36	30	27	25	34	27		33	50	60
2,00	20,0	60,6	4 ~~~	1,85	0,37	171	0,80	16,5	136 96	204 145	60	41	36	30	27	25	34	27		33	50	60
2,20 2.40	11,0 11,0	13,8 12,6	2 ===	1,85 1,85	0,41 0.44	137 137	0,54 0,54	8,9 8.0	107	160	42 42											
2,60	15,0	16,1	2 ==	0,95	0,46	154	0,67	9,9	113	170	50											
2,80 <b>3.00</b>	16,0 16.0	13,3 14,2	2 ===	0,96 0,96	0,48 0.50	157 157	0,70 0,70	9,9 9,5	118 120	178 180	52 52											
3,20	10,0	13,7	2 ===	0,90	0,52	132	0,50	6,0	138	206	40											
3,40 3.60	10,0 13.0	11,5 17,8	2 ===	0,90 0,93	0,54 0.56	132 145	0,50 0,60	5,7 7,0	144 140	216 210	40 47											
3,80	14,0	19,2	2 ===	0,94	0,57	150	0,64	7,1	143	215	48											
<b>4,00</b> 4,20	13,0 13.0	14,0 17.8	2 ===	0,93 0,93	0,59 0.61	145 145	0,60 0,60	6,4 6,2	154 160	230 241	47 47											
4,40	11,0	18,3	4 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	0,91	0,63	137	0,54	5,1	173	260	42											
4,60 4.80	13,0 10,0	27,7 13,7	2 ===	0,93 0,90	0,65 0,67	145 132	0,60 0,50	5,7 4,4	174 186	261 279	47 40											
5,00	14,0	20,9	2 ===	0,94	0,69	150	0,64	5,7	184	276	48											
5,20 5,40	17,0 12,0	32,1 16,4	4~~~	0,91 0,92	0,70 0,72	161 141	0,72 0,57	6,5 4,7	181 201	272 301	54 45	20	34	26	22	21	29	27		28	43	51
5,60	12,0	20,0	2 ===	0,92	0,74	141	0,57	4,5	206	310	45											
5,80 <b>6.00</b>	12,0 7.0	17,9 11,7	2	0,92 0.46	0,76 0,77	141 115	0,57 0,35	4,4 2,4	212 40	318 60	45 11											
6,20	6,0	15,0	1 ****** 2 ******	0,46	0,78	109	0,30	1,9	36	55	9											
6,40 6.60	6,0 7.0	18,2 17.5	2 ===	0,82 0,84	0,79 0.81	109 115	0,30 0,35	1,9 2,2	170 192	255 288	29 32											
6,80	11,0	23,4	2 ===	0,84	0,81	137	0,55	3,6	234	351	42											
<b>7,00</b> 7.20	9,0 7.0	17,0	2	0,88 0.46	0,85 0.86	127 115	0,45	2,9	227 42	341 63	38 11											
7,20	7,0 8,0	14,9 24,2	1 ***** 2 *** 2 *** 2 **	0,46	0,86	121	0,35 0,40	2,1 2,4	215	323	35											
7,60 7.80	8,0 9.0	17,0 11.3	2 ===	0,86 0.88	0,89 0.91	121 127	0,40 0.45	2,3	217 235	325 353	35 38											
8,00	11,0	18,3	2 ===	0,91	0,93	137	0,54	2,6 3,2	255 257	385	42											
8,20	17,0	19,5	2 ===	0,97	0,95	161	0,72	4,5	264	395	54											
8,40 8.60	23,0 27.0	21,5 20,3	4.00.0	0,94 0,95	0,96 0,98	180 192	0,87 0,95	5,5 6,0	261 260	392 390	69 81	22 27	34 35	26 26	22 23	21 22	29 30	28 28		38 45	58 68	69 81
8,80	30,0	23,6	4 ~~~~	0,96	1,00	199	1,00	6,3	262	392	90	31	35	27	23	22	30	29		50	75	90
<b>9,00</b> 9,20	30,0 37,0	18,8 26,4	4 ~~~~	0,96 0,99	1,02 1,04	199 216	1,00 1,23	6,1 7,8	269 252	403 378	90 111	30 37	35 36	27 28	23 24	22 23	30 31	29 30		50 62	75 93	90 111
9,40	37,0	19,2	4 √2,0	0,99	1,06	216	1,23	7,6	259	388	111	36	36	27	24	23	31	30		62	93	111
9,60 9,80	29,0 37,0	16,1 24,2	4 ~\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	0,96 0,99	1,08 1,10	197 216	0,98 1,23	5,6 7,2	292 273	437 409	87 111	28 35	35 36	26 27	23 24	22 23	30 31	29 30		48 62	73 93	87 111
10,00	30,0	15,0	4 ~~~	0,96	1,12	199	1,00	5,5	304	456	90	28	35	26	23	22	30	29		50	75	90
10,20 10,40	41,0 44,0	29,3 22,8	4 ~~~~	1,00 1,00	1,14 1,16	224 230	1,37 1,47	7,9 8,4	275 275	412 413	123 132	38 40	36 36	28 28	24 25	23 23	31 32	30 31		68 73	103 110	123 132
10,40	43,0	21,5	4 √2,0	1,00	1.18	228	1,43	8,0	283	424	129	39	36	28	25	23	31	30		72	108	129
10,80 <b>11,00</b>	44,0	22,0	4 ~~~	1,00 1,00	1,20 1,22	230 232	1,47 1,50	8,1	287	431 437	132 135	39 40	36 36	28 28	25 25 25	23 23 23	31 31	31 31		73 75	110	132
11,00	45,0 39,0	25,0 20,2	4 ~~~~	1,00	1,24	220	1,30	8,1 6,7	292 317	475	117	34	35	27	24	22	31	30		65	113 98	135 117
11,40	32,0	17,1	4 ~~~~	0,97	1,26	204	1,07	5,1	346	519	96	27	35	26	23	21	29	29		53	80	96
11,60 11.80	28,0 28,0	23,3 20,0	4 7	0,96 0,96	1,28 1,30	194 194	0,97 0,97	4,4 4,3	357 362	535 543	84 84	22 22	34 34	25 25	22	21 21	29 28	28 28		47 47	70 70	84 84
12,00	34,0	21,3	4 ~ ~ ~	0,98	1,32	209	1,13	5,2	361	541	102	22 28	35	26	22	21 21	29	29		57	85	102
12,20 12.40	35,0 43.0	21,9 25,7	4 ~~~	0,98 1,00	1,34 1.36	211 228	1,17 1.43	5,3 6,7	365 345	547 518	105 129	29 36	35 36	26 27	23 24	21 22	29 31	29 30		58 72	88 108	105 129
12,60	32,0	18,5	4 ~ ~	0,97	1,38	204	1,07	4,6	383	575	96	25	34	25	22	21	29	29		53	80	96
12,80 <b>13,00</b>	39,0 25,0	26,5 13,0	4 ~~~~	1,00 0,94	1,40 1,41	220 186	1,30 0,91	5,7 3,6	374 399	561 599	117 75	31 16	35 33	26 24	23 21	22 20	30 27	30 28		65 42	98 63	117 75
13,20	25,0	17,9	4 √√	0,94	1,43	186	0,91	3,6	404	607	75	16	33	24	21	20	27 27	28		42	63	75
13,40 13,60	26,0 20,0	55,3 10,7	3 :::::::: 4 ~_~	0,87 0,93	1,45 1,47	189 171	0,80	2,9	399	 598	60	17 7	33 32	24 23	21 19	20 18	27 26	28 27		43 33	65 50	78 60
13,80	30,0	22,6	4 √√	0,96	1,49	199	1,00	3,8	419	628	90	21	34	25	21	20	28	29		50	75	90
<b>14,00</b> 14,20	32,0 30.0	36,8 25,0	3	0,88 0,96	1,51 1,52	204 199	1,00	3,7	430	645	90	23 20	34 34	25 25	22 21	20 20	28 28	29 29		53 50	80 75	96 90
14,40	32,0	20,9	4 \infty	0,97	1,54	204	1,07	4,0	432	648	96	22	34	25	22	20	28	29		53	80	96
14,60 14.80	31,0 20.0	16,6 25,0	4 ~~~ 4 ~~~ 4 ~~~	0,97 0,93	1,56 1.58	202 171	1,03 0,80	3,7 2,7	441 414	661 621	93 60	21 5	34 32	25 22	21 19	20 18	28 25	29 27		52 33	78 50	93 60
15,00	23,0	19,2	4 ~~~~	0,93	1,60	180	0,80	2,7	434	650	69	10	32	23	20	19	26	28	-	38	58	69
		-	•																			

CPT	6
riferimento	022-10
certificato nº	
n°verb.accett.	

U.M.: 29/10/2010 Data esec.: Committente: Impresa Rossato kg/cm<sup>2</sup> Data certificato: 13/12/2010 Cantiere: via Canove Pagina: Località: argenta ARGENTA (FE) Elaborato: Falda: -2,40 m

						NATURA COESIVA NATURA GRANULARE																
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'νο	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Мо	Dr	øSc	øСа	øKo	øDB	øDM	øMe	F.L.	E'50		Mo
m	kg/cm²	_		t/m³	kg/cm²	m/s	kg/cm²	%	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	%	(°)	(°)		(°)		9	k	-	kg/cm²	kg/cm²
0,20 0,40	18,0 16,0	54,5 30,2	4 ~~~	1,85 1,85	0,04 0,07	164 157	0,75 0,70	99,9 99,9	128 118	191 177	56 52	93 73	42 40	40 36	38 34	35 31	44 40	27 27		30 27	45 40	54 48
0,60	25,0	31,3	3	1,85	0,11	186						78	41	37	34	32	41	28	2,00	42	63	75
0,80	24,0 20.0	27,6	4 ~~~	1,85	0,15	183 171	0,89	59,0	151 136	227 204	72 60	70 58	40 38	35	32	30	39 37	28 27		40 33	60 50	72 60
<b>1,00</b> 1,20	20,0	15,0 15,0	4 ~~~~	1,85 1,85	0,19 0,22	171	0,80 0,80	39,2 31,2	136	204	60	53	38	33 32	30 29	28 27	36	27		33	50	60
1,40 1.60	14,0	11,0	2 ===	1,85	0,26	150	0,64	19,3	108	162 170	48 50											
1,80	15,0 14,0	15,0 20,9	2 ===	1,85 1,85	0,30 0,33	154 150	0,67 0,64	17,3 14,1	113 108	162	48											
2,00	14,0	23,3	2 ===	1,85	0,37	150 145	0,64	12,4	108 103	162	48 47											
2,20 2,40	13,0 15,0	14,0 15,0	2	1,85 0,95	0,41 0,43	154	0,60 0,67	10,3 11,0	113	154 170	50											
2,60 2.80	15,0 14.0	15,0 14.0	2 ===	0,95 0.94	0,45 0.46	154 150	0,67 0.64	10,4 9.3	113 111	170 166	50 48											
3,00	15,0	18,8	2 ===	0,94	0,48	150	0,64	9,3 9,4	115	173	50											
3,20	15,0	18,8	2 ===	0,95	0,50	154 150	0,67	9,0	119	178	50											
3,40 3,60	14,0 20,0	15,1 23,0	4 7	0,94 0,93	0,52 0,54	171	0,64 0,80	8,1 10,3	125 136	187 204	48 60	32	35	28	25	23	31	27		33	50	60
3,80	29,0	54,7	3	0,87	0,56	197						44	36	29	26	25	33	29		48	73	87
<b>4,00</b> 4,20	14,0 10,0	26,4 16,7	2 ===	0,94 0,90	0,58 0,59	150 132	0,64 0,50	7,1 5,1	143 163	215 245	48 40											
4,40	9,0	19,1	2 ==	0,88	0,61	127	0,45	4,3	171	256	38											
4,60 4,80	10,0 10,0	18,9 14,9	3	0,90 0,90	0,63 0,65	132 132	0,50 0,50	4,7 4,5	175 180	262 270	40 40											
5,00	13,0	19,4	2 ===	0,93	0,67	145	0,60	5,6	180	270	47											
5,20 5.40	12,0 11,0	17,9 20,8	2 ===	0,92 0,91	0,68 0,70	141 137	0,57 0,54	5,0 4,5	189 196	283 294	45 42											
5,60	11,0	16,4	2 ===	0,91	0,72	137	0,54	4,3	201	302	42											
5,80 <b>6.00</b>	14,0 8.0	23,3 11.9	2 ===	0,94 0.86	0,74 0.76	150 121	0,64 0.40	5,2 2,8	203 203	304 304	48 35											
6,20	9,0	12,3	2	0,88	0,77	127	0,45	3,2	215	323	38											
6,40 6.60	7,0 9.0	14,9 15,0	2 ****	0,46 0.88	0,78 0.80	115 127	0,35 0.45	2,3 3,1	40 220	60 330	11 38											
6,80	9,0	15,0	2	0,88	0,82	127	0,45	3,0	223	334	38											
<b>7,00</b> 7.20	9,0 10.0	17,0 14,9	2 ===	0,88 0,90	0,84 0.85	127 132	0,45 0.50	2,9 3,2	226 238	339 357	38 40											
7,40	10,0	14,9	2 ==	0,90	0,87	132	0,50	3,1	241	362	40											
7,60 7,80	15,0 15,0	15,0 15,0	2 ===	0,95 0,95	0,89 0,91	154 154	0,67 0,67	4,4 4,3	249 254	373 381	50 50											
8,00	9,0	15,0	2 ===	0,88	0,93	127	0,45	2,5	237	356	38											
8,20 8.40	13,0 17.0	24,5 32,1	4 ====	0,93 0,91	0,95 0.96	145 161	0,60 0,72	3,6 4.4	267 269	401 404	47 54	12	33	24	21	20	27	27		28	43	 51
8,60	20,0	25,0	4 ~~~~	0,93	0,98	171	0,80	4,9	272	408	60	17	33	25	21	20	28	27		33	50	60
8,80 <b>9,00</b>	26,0 30.0	26,0 23,6	4 ~~~	0,95 0,96	1,00 1,02	189 199	0,93 1,00	5,7 6,1	269 269	403 403	78 90	26 30	34 35	26 27	23 23	21 22	29 30	28 29		43 50	65 75	78 90
9,20	40,0	24,0	$4 \sim \sim$	1,00	1,04	222	1,33	8,6	247	370	120	40	36	28	25	23	32	30		67	100	120
9,40 9,60	49,0 53,0	21,6 20,4	4 ~~~~	1,01 1,01	1,06 1,08	240 247	1,63 1,77	10,8	278 300	417 451	147 159	46 48	37 37	29 29	26 26	24 24	33 33	31 31		82 88	123 133	147 159
9,80	50,0	15,6	4 ~~~	1,01	1,10	242	1,67	11,6 10,5	283	425	150	46	37	29	26	24	33	31		83	125	150
10,00	40,0	27,2	4 ~~~~	1,00	1,12	222	1,33	7,8	271	407 406	120	38	36	28	24	23	31	30		67	100	120
10,20 10,40	45,0 50,0	24,1 25,0	4 ~~~	1,00 1,01	1,14 1,16	232 242	1,50 1,67	8,8 9,9	270 284	426	135 150	41 45	36 37	28 28	25 25	23 24	32 32	31 31		75 83	113 125	135 150
10,60	52,0	22,9	4 ∿. ∿	1,01	1,18	245	1,73	10,1	295	442	156	45	37	29	25 25	24	32	31		87	130	156
10,80 <b>11.00</b>	45,0 45.0	18,8 25,0	4 ~~~~	1,00 1,00	1,20 1,22	232 232	1,50 1,50	8,3 8.1	286 292	430 439	135 135	40 40	36 36	28 28	25	23 23	31 31	31 31		75 75	113 113	135 135
11,20	39,0	20,2	4 ~ ~	1,00	1,24	220	1,30	6,6	318	476	117	34	35	27	24	22	31 31	30		65	98	117
11,40 11.60	32,0 28.0	17,1 23,3	4 ~~~~	0,97 0,96	1,26 1,28	204 194	1,07 0,97	5,1 4,4	347 357	521 536	96 84	27 22 22	35 34	26 25	23 22	21 21	29 28	29 28		53 47	80 70	96 84
11,80	28,0	20,0	4 ~,~	0,96	1,30	194	0,97	4,3	363	544	84	22	34	25	22	21	28	28		47	70	84
<b>12,00</b> 12,20	34,0 35,0	21,3 21,9	4 ~~~~	0,98 0,98	1,32 1,34	209 211	1,13 1,17	5,2 5,3	362 366	543 549	102 105	28 29	35 35	26 26	23 23	21 21	29 29	29 29		57 58	85 88	102 105
12,40	43,0	25,7	4 ~~~~	1,00	1,36	228	1,43	6,7	346	519	129	35	36	27	24	22	31	30		72	108	129
12,60 12,80	32,0 39,0	18,5 26,5	4 ~~~	0,97 1,00	1,38 1,40	204 220	1,07 1,30	4,6 5,7	384 375	576 562	96 117	25 31	34 35	25 26	22 23	21 22	29 30	29 30		53 65	80 98	96 117
13,00	25,0	13,0	4 ~	0,94	1,42	186	0,91	3,6	400	600	75	16	33	24	21	20	27	28		42	63	75
13,20 13.40	25,0 25,0	17,9 25,0	4 ~~~~	0,94 0,94	1,44 1,45	186 186	0,91 0,91	3,5 3,5	405 410	608 615	75 75	16 15	33 33	24 24	21 21	19 19	27 27	28 28		42 42	63 63	75 75
13,60	33,0	62,3	3	0,88	1,47	207	U, 9 I 	J,U				24	34	25	22	21	29	29		55	83	99
13,80 <b>14,00</b>	25,0 44,0	75,8 20,0	3	0,86 1,00	1,49 1,51	186 230	 1,47	6,1	398	 598	132	15 34	33 35	24 27	20 23	19 22	27 30	28 31		42 73	63 110	75 132
14,20	40,0	20,0	4 ~~~	1,00	1,53	222	1,47	5,3	418	627	120	30	35	26	23	21	29	30		67	100	120
14,40 14,60	33,0 20,0	45,2 18,7	3	0,88 0,93	1,55 1,57	207 171	0,80	2,7	412	618	60	23 6	34 32	25 22	22 19	20 18	28 25	29 27		55 33	83 50	99 60
14,80	21,0	13,7	4 √ 0	0,93	1,58	174	0,82	2,8	421	631	63	7	32	23	19	18	26	27		35	53	63
15,00	33,0	49,3	3	0,88	1,60	207						22	34	25	22	20	28	29		55	83	99



Certificato di Prova	785	12.023	000			
numero pagine del documento						
3						

Verbale: 785

Committente: POLLINI DOTT. MATTEO

Località: ARGENTA (FE)
Cantiere: VIA CANOVA

#### DATI IDENTIFICATIVI DEI CAMPIONI E PROVE ESEGUITE

Sondaggio	Campione	profondità	Prove eseguite
S1	C1	0,05 - 0,30	PROCTOR, CBR

note:			

40068 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4 Tel 051 6255377 Fax 051 4998378 Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE



#### **Proctor Modificato**

#### Normativa di rif: ASTM D 1557

Certificato: 785 - 12.023

Verbale: Committente:

785 POLLINI DOTT. MATTEO

Località:

ARGENTA (FE)

Cantiere:

VIA CANOVA

Sondaggio: Campione: S1 C1

Profondità:

**0,05 - 0,30** 29/02/2012

Data ricevimento: Data inizio prove:

29/02/2012

Data fine prove:

05/03/2012

Data certificazione:

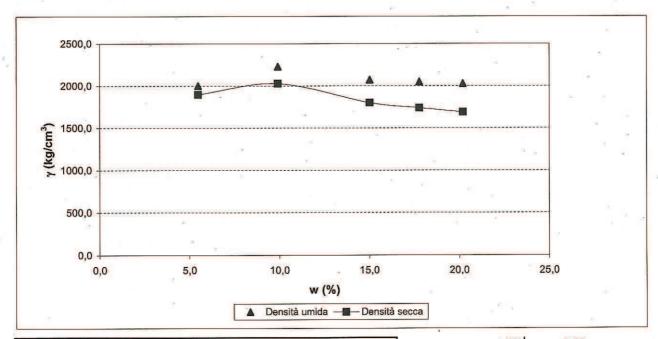
08/03/2012

Data apertura campione:

Q3

Peso Pestello (kg)
Altezza di Caduta (cm)
Massa Fustella (g)
Massa Campione + Fustella
Volume fustella (cm³)
Massa tara (g):
Massa Campione umido + tara (g):
Massa Campione secco + tara (g):
Umidità naturale (%):
Massa Volumica umida (kg/m³):
Massa Volumica secca (kg/m3):

provino 4	provino 3	provino 2	provino 1
4,54	4,54	4,54	4,54
30,5	30,5	30,5	45,7
2234,6	2234,6	2234,6	2234,6
4165,1	4185,5	4334,2	4119,6
942,39	942,39	942,39	942,39
14,96	14,91	14,95	14,92
1944,7	1965	2112,6	1899,2
1653,4	1710,2	1923,4	1801,3
17,779	15,030	9,914	5,480
2048,515	2070,162	2227,952	2000,233
1739,286	1799,673	2027,000	1896,309
	4,54 30,5 2234,6 4165,1 942,39 14,96 1944,7 1653,4 17,779 2048,515	4,54 4,54 30,5 30,5 2234,6 2234,6 4185,5 4165,1 942,39 942,39 14,91 14,96 1965 1944,7 1710,2 1653,4 15,030 17,779 2070,162 2048,515	4,54     4,54     4,54       30,5     30,5     30,5       2234,6     2234,6     2234,6       4334,2     4185,5     4165,1       942,39     942,39     942,39       14,95     14,91     14,96       2112,6     1965     1944,7       1923,4     1710,2     1653,4       9,914     15,030     17,779       2227,952     2070,162     2048,515



note: il provino 4 è stato realizzato all'umidità naturale

w opt (%) γ max (kg/m³) 9,88 2227,96

girettore

Sperimentatore

40068 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 6255377 Fax 051 4998378



#### Indice di portanza C.B.R.

#### Normativa di rif: CNR-UNI 10009

70,56

83,96

82,75

9,93

Certificato: Verbale:

785

Committente:

POLLINI DOTT. MATTEO

Località:

ARGENTA (FE)

Cantiere:

VIA CANOVA

785 - 12.024

Sondaggio: Campione: **S1** 

Profondità:

0,05 - 0,30

Data ricevimento:

29/02/2012

Data inizio prove:

06/03/2012

Data fine prove:

07/03/2012 08/03/2012

Data certificazione: Data apertura campione:

29/02/2012

Massa tara (g): Massa Campione umido + tara (g): Massa Campione secco + tara (g): Contentuto in acqua (%): 1° STRATO 2° strato Zona Punz. 70,73 70,85 97,88 109,27 95,39 105,51 10,15 10,81

Massa tara (g) Massa del provino (g) 4332,10 9160,1

Volume dello stampo (cm3): Umidità del Campione (%)

2131,57

Massa volumica umida (kg/m3)

10,29 2013,88

Altezza iniziale (mm): Variazione altezza iniziale (mm): 0,00 0,00

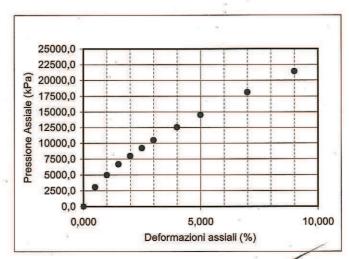
Rigonfiamento (%):

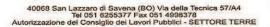
CBR 2.5 mm **CBR 5.0 mm** 

70 73

Indice CBR %

Deformazione (mm)	Carico (N)
0,00	0
0,50	3062
1,00	4958
1,50	6671
2,00	7973
2,50	9225
3,00	10458
4,00	12531
5,00	14519
7,00	18094
9,00	21413





## **INDICE**

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	2
3. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	4
4. GEOMORFOLOGIA e GEOLOGIA	5
5. TETTONICA LOCALE	9
6. CARATTERISTICHE SISMICHE	9
6.1. CARATTERISTICHE SISMICHE PSC COMUNE ARGENTA	10
7. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO (PROVA SISMICA A RIFRAZIONE)	14
8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO IN BASE ALLE N.T.C. 2008	20
9. rischio di alluvionamento	21
10. campagna di indagini	22
11. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	23
12. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE	24
12.1. prove penetrometriche statiche (CPT)	24
12.2. sondaggi leggeri	35
13. MODELLO IDROGEOLOGICO DELL'AREA	36
14. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	38
14.1. Determinazione dei Limiti di consistenza ( o di Atterberg )	38
14.2. Analisi granulometrica meccanica	40
14.3. Parametri derivati e classificazione	40
15. CALCOLO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE	41
16. SINTESI DEL DIMENSIONAMENTO DEL PACCHETTO STRADALE	43
17. INDICAZIONI IN MERITO ALLA CAPACITÀ PORTANTE	45
18. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI	45

### **ALLEGATI**

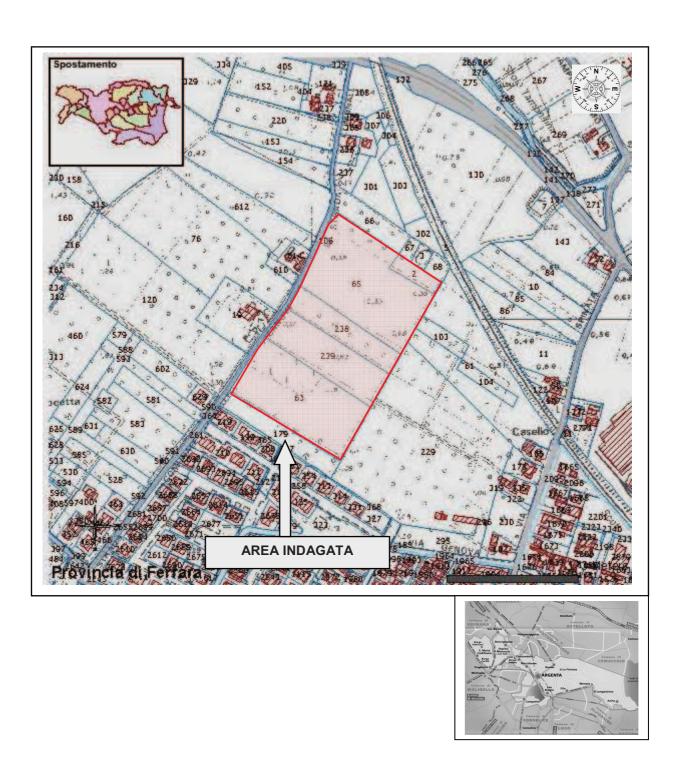
#### 1. PREMESSA

Su incarico dell'impresa Rossato Liviano Costruzioni Edili (via XIV Giugno 1859 n. 7/A, Argenta), lo scrivente ha eseguito un'indagine geognostica in un sito sul quale è in progetto la realizzazione di una lottizzazione A quest'intervento è rivolta la seguente relazione geologica-geotecnica, che è stata realizzata allo scopo di ricavare indicazioni per la realizzazione del modello geologico locale, e per fornire indicazioni in merito alla capacità portante dei terreni presenti sulla base della tipologia delle opere di fondazione previste in sede progettuale, nonché valutare le caratteristiche sismiche del sito. Il 29-02-2008 il Senato ha approvato, senza modifiche, il disegno di legge n. 2013, nel testo licenziato dalla Camera dei deputati; pertanto il decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248, recante proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni urgenti in materia finanziaria, il cosiddetto milleproroghe, è stato convertito in legge e si attende soltanto la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale. Il tanto discusso articolo 20, relativo al regime transitorio delle Norme tecniche delle costruzioni trova, quindi, la sua definitiva stesura nella versione licenziata, lo scorso 20 febbraio, dalla Camera che consta, al posto dell'unico comma originario, di sette commi. Il 01-07-2009 è poi entrato in vigore il D.M. 14/01/2008. Il Comune di Argenta è stato classificato in zona 2, e ad esso si applica la normativa antisismica dettata, in materia, dalla legislazione statale e regionale. Poiché nello specifico, nell'area in oggetto sono in progetto edifici ad uso civile abitazione, sulla scorta del D.M. 14/01/2008, la Classe d'Uso risulta essere la II. Le modalità d'indagine e i risultati ottenuti sono descritti e analizzati nel presente rapporto.

#### 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto del presente studio ricade nel settore sud del territorio provinciale di Ferrara, in Argenta capoluogo. Il sito indagato è localizzato tra le via Canove (che ne delimita il lato ovest), il campo sportivo di via Napoli (che ne delimita il lato est), ed il tracciato ferroviario Ferrara-Ravenna (a nord).

Per fornire un'indicazione più precisa sull'ubicazione dell'area oggetto di intervento vengono riportate: uno stralcio della Carta Tecnica Regionale, alla scala 1: 5.000 (fig. 1) ed un stralcio di foto aerea.



**Fig. 1** – Ubicazione della nuova lottizzazione di via Canove, Argenta (FE). Base cartografica Carta Tecnica Regionale, alla scala 1: 5.000 (tratto dal SIT provincia di Ferrara)

#### 3. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

Tutte le indagini geognostiche e le valutazioni geotecniche svolte nel presente lavoro sono state eseguite secondo le seguenti normative e raccomandazioni di riferimento:

**D.M. 14-03-2008**: "Testo Unitario"-NormeTecniche perle Costruzioni (entrato in vigore il 01/07/2009)

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**: "Istruzioni perl'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui alD.M.14 gennaio2008. Circolare e febbraio 2009.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici : "Pericolosità Sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27-07-2007.

**Eurocodice 8 (1998)**: Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnica (stesura finale2003)

Eurocodice 7.1 (1997): Progettazione geotecnica-Parte I: regole generali - UNI

**Eurocodice 7.2 (2002)**: Progettazione geotecnica-Parte II: progettazione assistita da prove di laboratorio (2002) UNI

**Eurocodice 7.3 (2002)**: Progettazione geotecnica-Parte II: progettazione assistita da prove in sito(2002)-UNI

#### A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana

"Aspetti Geotecnica della progettazione in zona sismica" Linee Guida (edizione provvisoria marzo 2005)

PTCP: Piano Territoriale di Coordinamento provinciale

#### **PSC** intercomunale

-Nota Regione EmiliaRomagna (13/10/2009) "conclusione del regime transitorio delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D. M. 14 gennaio 2008 ed illustrazione dell'art. 64, comma 7, della L.R. n. 6 del 2009."

#### 4. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

Da un punto di vista altimetrico l'area in esame presenta quote comprese mediamente tra + 0.30 e + 0.60 metri s.l.m. Secondo la carta geomorfologia allegata al P.R.G. 1990, questo settore di territorio argentano è limitrofo ad unità di alto topografico corrispondente a dosso fluviale, e precisamente ricade in una area caratterizzata dalla presenza di paleoalvei (sia a nord che a sud). Dallo studio della Carta geologica di pianura dell'Emilia Romagna scala 1: 250.000, il territorio in cui ricade l'area in esame è interessato dalla presenza di depositi di piana alluvionale e di piana deltizia. Ai primi corrispondono argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente con concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti (area interfluviale e depositi di palude, indicate con "9" in figura); ai secondi, sabbie da medie a fin in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, localmente sabbie grossolane in corpilenticolari e nastriformi (depositi di canale distributore e di argine, indicate con "11" in figura);). Da un punto di vista podologico (note illustrative della Carta dei suoli della Regione Emilia Romagna), l'area ricade in una zona transizionale fra: a) Gruppo 1, Sottogruppo 1C, Unità 1 Cb. L'appartenenza dell'area oggetto del presente studio ad un sistema deposizionale fluvio-alluvionale, è confermato dalla cartografia geomorfologia e geo-litologica del PRG vigente e del PSC associato (versione 7/2/2006).

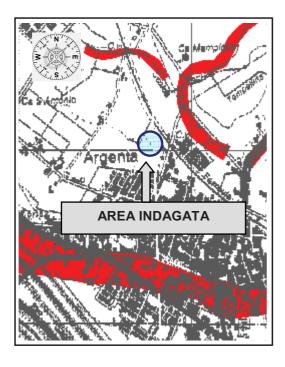
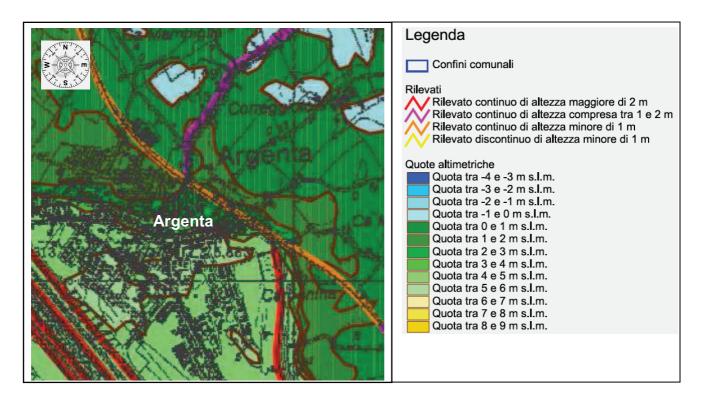
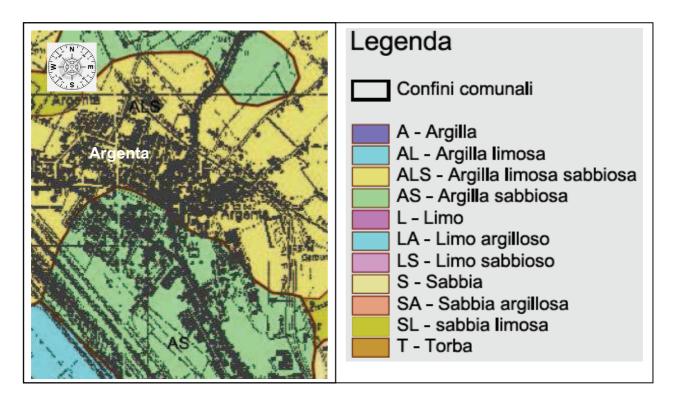


Fig. 2 – estratto carta geomorfologica del territorio comunale di Argenta relativo al PSC associato (quadro conoscitivo, versione 07/02/2006). In evidenza i tracciati di paleo alveo presenti a nord e asud del sito indagato.



**Fig. 3** – estratto carta altimetria del territorio comunale di Argenta relativo al PSC associato (quadro conoscitivo, versione 07/02/2006).



**Fig 4** – estratto carta litologia superficiale del territorio comunale di Argenta relativo al PSC associato (quadro conoscitivo, versione 07/02/2006).

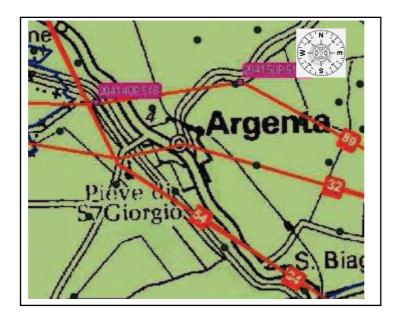
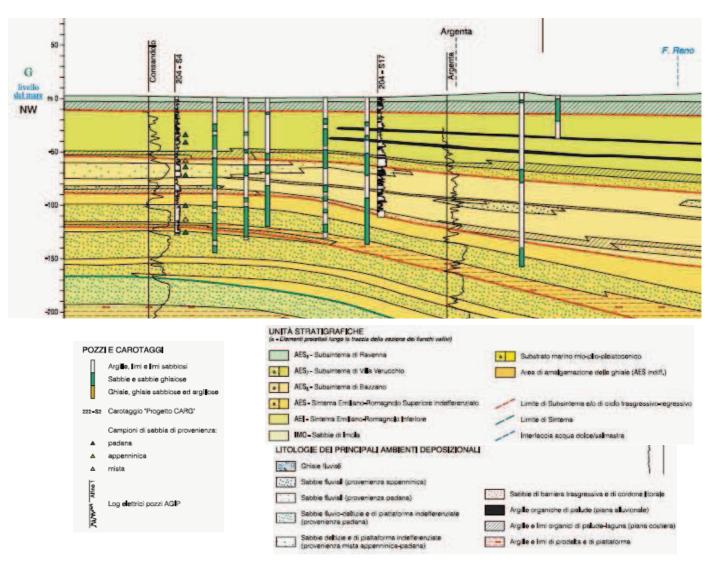
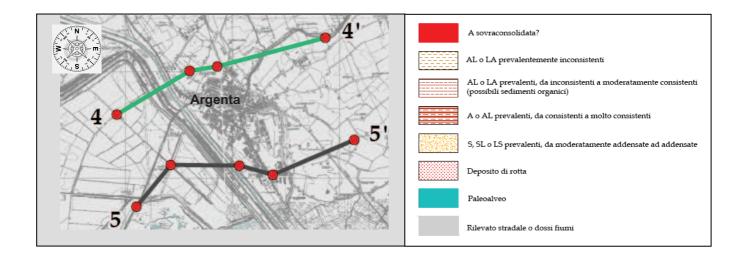
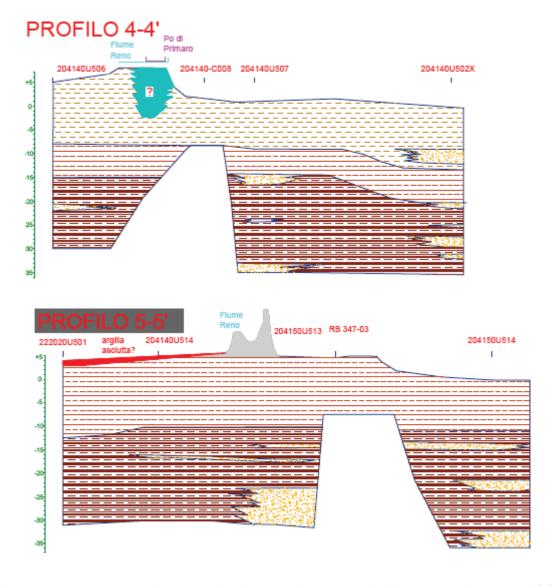


Fig. 5 — Stralcio Sezione geolgica n. 054, tratta dal sito della Regione Emilia Romagna, Servizio geologico sismico e dei suoli.







**Fig 6** – estratto carta sezioni geologiche del territorio comunale di Argenta relativo al PSC associato (quadro conoscitivo, versione 07/02/2006).

#### 5. TETTONICA LOCALE

La convergenza tra placca europea e africana è accomodata nell'appennino settentrionale da pattern deformativi e da un'attività sismica molto complessi. Il campo di stress attivo, ricavato dall'analisi dei meccanismi focali di terremoti e dallo studio dello stress in pozzi, rileva la presenza di un settore tirrenico della catena in cui domina un campo deformativi estensionale mentre nel settore adriatico prevale una compressione attiva. In quest'ultimo settore, in cui si colloca l'Emilia Romagna, la tettonica attiva è generalmente caratterizzata dalla presenza di strutture compressive attive, come sovrascorrimenti e piegamenti. L'analisi sismotettonica condotta in recenti studi (Benedetti et. al., 2003), ha messo in evidenza come parte delle strutture individuate da profili sismici che interessano il riempimento sedimentario Plio-pleistocenico siano caratterizzate da attività da molto recente ad attuale. In particolare, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza-Parma, Reggio Emilia e Ferrara. A tali strutture (in particolare alla dorsale ferrarese) possono essere associati i fenomeni di fagliazione superficiale (note illustrative della Carta sismotettonica della R.E.R. sacla 1: 250000).

#### 6. CARATTERISTICHE SISMICHE

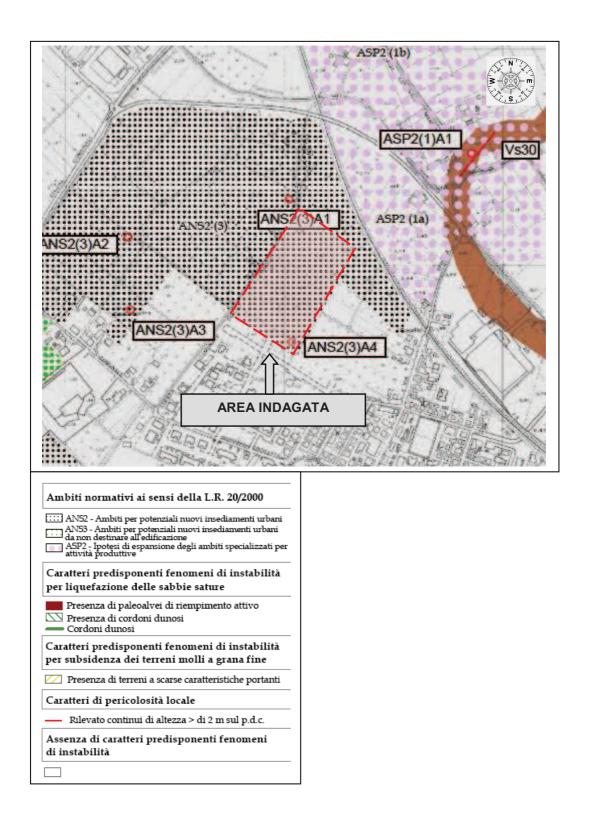
L'analisi sismotettonica condotta in recenti studi (Benedetti et. al., 2003), ha messo in evidenza come parte delle strutture individuate da profili sismici che interessano il riempimento sedimentario Plio-pleistocenico siano caratterizzate da attività da molto recente ad attuale. In particolare, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza-Parma, Reggio Emilia e Ferrara. A tali strutture (in particolare alla dorsale ferrarese) possono essere associati i fenomeni di fagliazione superficiale (note illustrative della Carta sismotettonica della R.E.R. sacla 1: 250000).

Portomaggiore ricade a sud del sistema di faglie e pieghe del substrato roccioso che forma la dorsale ferrarese. Si noti come lo spessore cumulativo dei sedimenti pliocenici, pleistocenici e olocenici sotto Portomaggiore vari tra 2000 e 3000 metri, mentre spostandosi nell'area della bonifica del Mezzano tali spessori si riducono notevolmente per la presenza dell'alto strutturale sopra citato.

La magnitudo di progetto prevista nell'area sismogenetica 912 dal Gruppo di Lavoro dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia è 6,14Mw, ma su tutta l'area della Dorsale Ferrarese storicamente in provincia di Ferrara, e aree limitrofe, non sono documentati terremoti di magnitudosuperiore a 5,6Ms. Al di fuori della zona sismogenetica 912 e dunque al di fuori della Dorsale Ferrarese sembra dunque responsabile usare la magnitudo di progetto di 51/4, per l'analisi del rischio della liquefazione e la determinazione del rapporto di sforzo ciclico. Invece, nell'utilizzo dei grafici basati sull'indice di resistenza penetrometrica dinamica (SPT), sono da preferire le curve dedicate alle sabbie limose (come si vedrà di seguito), funzione della percentuale in fine. Nelle sabbie dello strato "C", depositatesi in ambiente costiero ed in ambiente di piallassa sono significative le componenti limose, dunque con frazione coesiva > del 20%.

#### 6.1. CARATTERISTICHE SISMICHE PSC COMUNE ARGENTA

Per una caratterizzazione del sito, vengono di seguito riportate le prove e le descrizioni stratigrafiche di alcune nuove aree di espansione di Argenta (vedi figura sotto), tratte dalla Valsat a corredo del PSC comunale di Argenta.



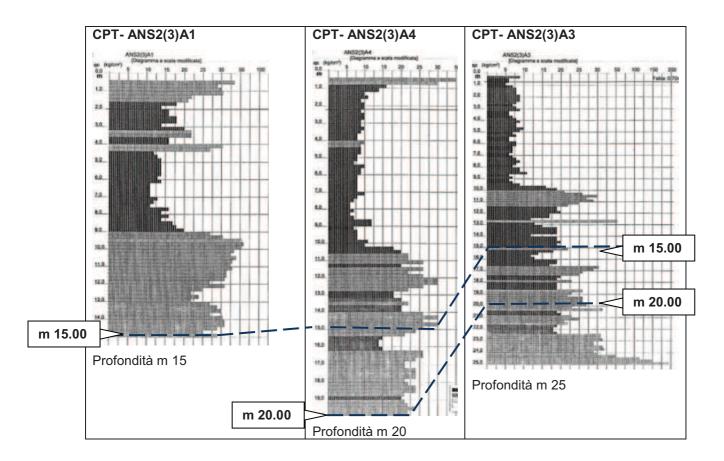
**Fig 7**— estratto carta delle indagini eseguite nel PSC, a corredo della relazionedi Valsat, del territorio comunale di Argenta relativo al PSC associato (quadro conoscitivo, versione 07/02/2006). In evidenza i tracciati di paleoalveo presenti a NE all'area di studio.

#### **ANS2(3)**

Le quattro prove penetrometriche statiche eseguite dallo scrivente all'interno dell'area in esame individuano una stratigrafia abbastanza variabile e comunque dominata da litotipi coesivi sino a profondità di 9,00- 10,00 m circa dal p.c. Tali litotipi presentano però caratteristiche piuttosto eterogenee. Infatti nella CPT A1 si possono rilevare valori di Rp compresi fra 11 e 18 Kg/cm2 circa, mentre nella CPT A2 i valori di Rp sono compresi fra 13 e 23 Kg/cm2 circa, nelle CPT A3 e A4 tali valori sono inferiori e compresi fra 6 e 10 Kg/cm2 circa. Occasionalmente si possono rilevare locali prevalenze di terreni limosi o argillosi ed organicotorbosi. Dalla profondità di 9,00- 10,00 m circa dal p.c. si rileva poi la presenza di litotipi limosi e limo-sabbiosi, con valori di Rp sino a 50 kg/cm2 circa. Tali litotipi presentano continuità sino a 20,00 m dal p.c. Di seguito vengono riportati i diagrammi di resistenza delle quattro prove penetrometriche statiche CPT A1, CPT A2, CPT A3 e CPT A4 effettuate all'interno dell'area in esame.

#### ANS2(3) – Riduzione del rischio sismico

- I Livello di approfondimento: la Carta dei caratteri predisponenti ai fenomeni di instabilità mostra come questa area non presenti caratteri predisponenti a instabilità per liquefazione dovuta alla presenza di sabbie sature. La stratigrafia, rilevata con le prove CPT, evidenzia però la presenza di un banco di sabbia immerso in falda, alla profondità di -9,00/-10,00 m circa dal p.c., potenzialmente suscettibile a fenomeni di instabilità causati da liquefazione. Si rende pertanto necessario effettuare un secondo livello di approfondimento.
- II Livello di approfondimento: occorre osservare come la presenza di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 5- 6,00 m, nei casi in cui l'accelerazione massima sul piano di posa superi 0,20 g, possa essere ritenuto un motivo di esclusione dalla verifica alla liquefazione. ("La Liquefazione del terreno in condizioni sismiche" Crespellani, Nardi, Simoncini Zanichelli 1988). In questo caso la stratigrafia delle prove penetrometriche statiche mostra come il banco sabbioso profondo, potenzialmente suscettibile a liquefazione, sia sormontato da uno strato di circa 9,00/10,00 m di terreni coesivi non liquefacibili: ciò può essere pertanto ritenuto un motivo di esclusione dalla verifica di liquefazione degli orizzonti granulari profondi. Da segnalare però che la caratterizzazione geotecnica di tali orizzonti granulari avvenuta tramite le CPT eseguite, non consente di risalire ad una esatta caratterizzazione granulometrica. Se anche si fosse in presenza di contenuti percentuali di frazione fine maggiori del 20% (come è altamente probabile), dati i valori di ag del Comune di Argenta e data soprattutto la variabilità litodeposizionale rilevata, occorrerà comunque procedere al III livello di approfondimento.



Sull'area ASP2 (1), poco a nord del sito indagato, da PSC, sono stati ricavati i seguenti dati

#### ASP2(1) - ReMi + MASW

Nell'area è stata condotta una indagine sismica di tipo ReMi, di cui di seguito si riportano i valori misurati ed il grafico di Vs in relazione alle varie profondità.

strato	Vs in	Profondità letto strato in m dal
	m/s	p.c.
1	127	1,00
2	80	4,00
3	160	6,00
4	230	12,00
5	150	19,00
6	200	23,00
7	260	25,00
8	310	30,00

Si possono ricavare i seguenti dati:

- Vs 30 = 180 m/s
- Classificazione terreno =C
- PGA su suolo rigido =0,16 g
- Fattore di Amplificazione FA =1,5
- Periodo naturale T in condizioni Free- Field, T =0,70 s
- Magnitudo massima attesa in zona sismogenetica 912, Mw =6,14
- Magnitudo massima dal catalogo dei terremoti storici Mw =5,58

Tali dati sono in conformità con l'indagine sismica eseguita in loco e che ha dato i seguenti risultati:

#### 7. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO (PROVA SISMICA A RIFRAZIONE)

Ai sensi della **OPCM 3274** e successive variazioni e secondo l'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. **16**, **c.1**, **della L.R. 20/2000** per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", per la caratterizzazione sismica del sito è stata eseguita *n.1* indagine sismica (**RM1**), mediante la tecnica dei microtremori e del metodo Masw (Multi Channel Analysis SurfaceWaves) combinati. I metodi utilizzati sfruttano le onde di superficie (onde di Rayleigh) e il fenomeno della dispersione delle stesse (variazione della velocità di fase con il variare della frequenza). Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh, V(fase)/freq., può essere convertito nel profilo Vs/profondità. Il metodo dei microtremori sfrutta il rumore naturale, mentre il metodo Masw sfrutta sorgenti "attive" (massa battente). Tale metodo non è univoco e quindi il modello che ne scaturisce è un modello teorico; per questo motivo è preferibile operare in presenza di dati di taratura (come nel caso specifico) onde ricavare il modello reale.

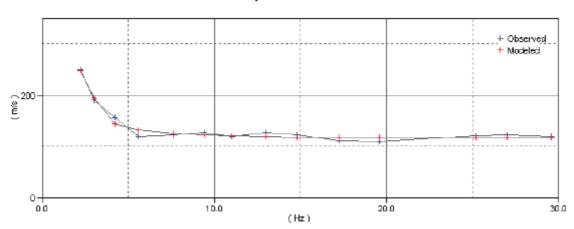
#### Modalità esecutive

Si è optato per l'analisi delle onde di superficie dal momento che tale tecnica ha dimostrato ampiamente la sua affidabilità e la capacità risolutiva. Il metodo prevede l'utilizzo di strumentazione classica per sismica a rifrazione ad elevata dinamica (24 bits di conversione A/D), con geofoni a bassa frequenza (preferibilmente da 4,5 Hz). Nella

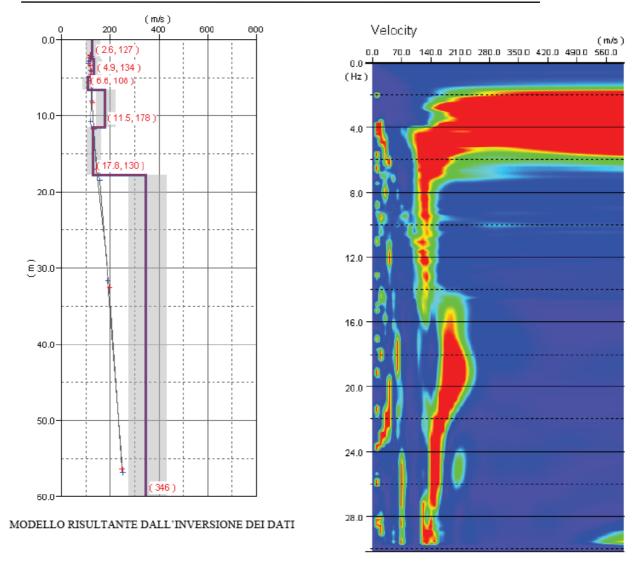
fattispecie per le misure è stato utilizzato un sismografo a 12 canali mod. RAS24 a 24 bits con scarico dei dati direttamente su p.c.. Sono state effettuate 10 registrazioni da 30 secondi ciascuna per il metodo Re.Mi e 2 registrazioni da 2 secondi ciascuna per il metodo masw. I geofoni usati sono di tipo verticale da 4.5 Hz e, grazie alla dinamica dello strumento (117 dB di range dinamico), consentono la registrazione delle onde di superficie con contenuto in frequenza fino a circa 2 Hz.

I dati acquisiti in campagna sono stati quindi elaborati e, grazie ai dati di taratura forniti, è stato possibile ricostruire un modello Vs/profondità attendibile. Le indagini eseguite hanno permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a circa 48 m (RM1), 56 m (RM2) e 46 m (RM3) di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh sia per quanto riguarda il metodo ReMi che per il metodo MASW e del modello che ne deriva previa inversione dei dati. L'errore RMS calcolato è rispettivamente di 0.7 % (per RM1 ed RM2) e di 1.1% (per RM3).

#### Dispersion Curves



CURVA DI DISPERSIONE MISURATA (BLU) E CALCOLATA (ROSSO)



CURVA DI DISPERSIONE CUMULATIVA METODI ATTIVO E PASSIVO

Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento RM, sono stati utilizzati 12 geofoni in linea con interdistanza di 5 m. La Vs30 è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{hi}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato Vs30 = 182 m/s.

Il sito esaminato presenta quindi un suolo tipo C (S = 1.45 secondo le NTC 2008).

#### Categorie di suolo di fondazione

		Ss	Cc	S=Ss*ST
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
В	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	1.2	1.42	1.20
С	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < Cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).	1.45	1.61	1.45
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e Cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).	1.78	2.38	1.78
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs30 > 900 m/s).	1.55	1.93	1.55
<b>S</b> 1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < Cu30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	Servono studi		
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	speciali		

I parametri a/g, F₀ e T c vengono forniti dalla normativa

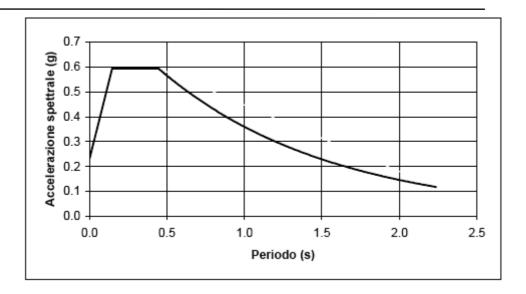
#### Categorie Topografiche:

		St	
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media ≰ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15≗ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

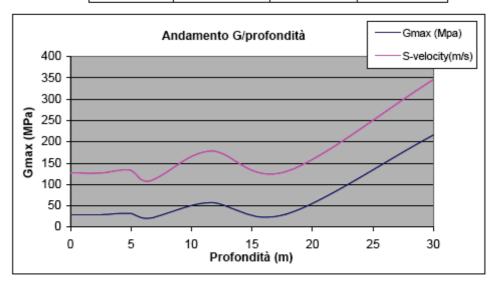
Le sovraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

## SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE (NTC 2008) Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

	Ascisse (s)	Ordinate
T <sub>0</sub> = agxS	0.0000	0.230
Tb=Tc/3	0.1476	0.59
Tc=Cc*T <sup>*</sup> c	0.4428	0.59
Td=4.0xa <sub>g</sub> /g+1.6	2.2360	0.11



Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	ρ (t/mc)
0.0	127	29	1.80
2.6	127	29	1.80
4.9	134	32	1.80
6.6	108	21	1.80
11.5	178	57	1.80
17.8	130	30	1.80
30.0	346	215	1.80



Vs30 (m/s) = 182

CLASSIFICAZIONE DEL SITO Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la classificazione territoriale e urbanistica

Valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo a<sub>refg</sub> 0.16

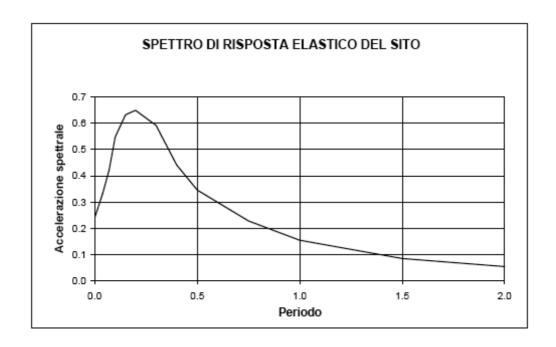
Tabella per il calcolo dei coefficienti di amplificazione sismica (PIANURA 2)

Vs30	F.A.
200	1.5
250	1.5
300	1.5
350	1.4
400	1.4
450	1.4
500	1.3
600	1.1
700	1.0
800	1.0

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE Possibilità di superamento del 10% in 50 ann

Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L.R. 20/200 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la classificazione territoriale e urbanistica'

T(s)	Sa/a <sub>ref</sub>	Sa/a <sub>g</sub>
0.000	1.000	0.240
0.040	1.389	0.333
0.070	1.759	0.422
0.100	2.283	0.548
0.150	2.637	0.633
0.200	2.707	0.650
0.300	2.466	0.592
0.400	1.840	0.442
0.500	1.445	0.347
0.750	0.955	0.229
1.000	0.645	0.155
1.500	0.355	0.085
2.000	0.231	0.055



#### 8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO IN BASE ALLE N.T.C. 2008

Viene di seguito fornita al progettista una serie di dati, in parte ottenuta tramite software-free Geostru, per la determinazione dei parametri sismici di sito in relazione al Decreto Ministeriale 14-01-2008 (Testo Unitario-Norme Tecniche di Costruzione) ed in base alle Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Circolare del 02-02-2009) per l'applicazione delle N.T.C. di cui al D.M. 14-01-2008.

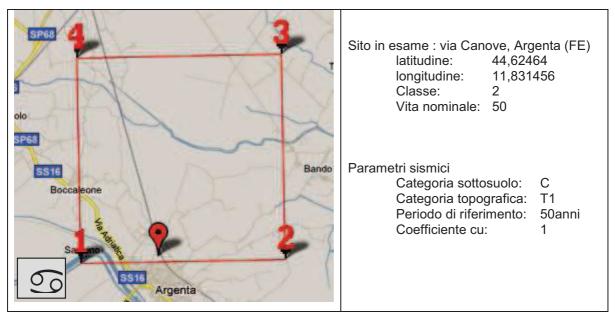


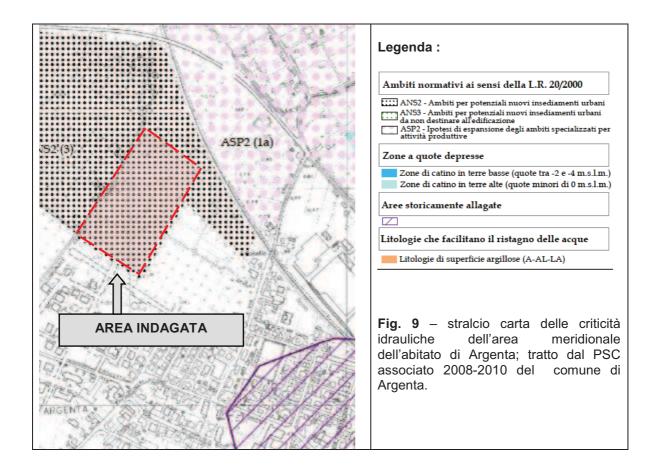
Fig. 8 – Ubicazione Sito in oggetto e nodi di riferimento. Tratto da software free Geostru.

Siti di riferimen	to		
Sito 1	ID: 16293	Lat: 44,6229Lon: 11,8051	Distanza: 2098,336
Sito 2	ID: 16294	Lat: 44,6239Lon: 11,8753	Distanza: 3469,998
Sito 3	ID: 16072	Lat: 44,6739Lon: 11,8739	Distanza: 6424,230
Sito 4	ID: 16071	Lat: 44,6729Lon: 11,8036	Distanza: 5803,282

			1			
Operatività (SLO):				Coeffic	ienti Sis	mici
Probabilità di superamento:	81	%		SLO:		
Tr:	30	[anni]			Ss:	1,500
ag:	0,045	g -			Cc:	1,640
Fo:	2,484				St:	1,000
Tc*:	0,260	[s]			Kh:	0,012
					Kv:	0,006
Danno (SLD):					Amax:	0,665
Probabilità di superamento:	63	%			Beta:	0,180
Tr:	50	[anni]		SLD:		
ag:	0,057				Ss:	1,500
Fo:	2,478				Cc:	1,610
Tc*:	0,274	[s]			St:	1,000
					Kh:	0,015
Salvaguardia della vita (SLV):					Kv:	0,008
Probabilità di superamento:	10	%			Amax:	0,844
Tr:	475	[anni]			Beta:	0,180
ag:	0,160	g		SLV:		
Fo:	2,585				Ss:	1,450
Tc*:	0,274	[s]			Cc:	1,610
					St:	1,000
Prevenzione dal collasso (SLC)	):				Kh:	0,056
Probabilità di superamento:	5	%			Kv:	0,028
Tr:	975	[anni]			Amax:	2,279
ag:	0,214	g			Beta:	0,240
Fo:	2,523			SLC:		
Tc*:	0,282	[s]			Ss:	1,380
					Cc:	1,590
					St:	1,000
					Kh:	0,091
					Kv:	0,046
					Amax:	
					Beta:	0,310

#### 9. RISCHIO DI ALLUVIONAMENTO

In base a quanto riportato nel quadro conoscitivo del PSC 2008-2009, del comune di Argenta, l'area in esame non risulta essere a rischio di alluvionamento. Questo si verifa invece a sud-est del sito esaminato. Va precisato che allo stato attuale, dove la lottizzazione a livello urbanistico non è ultimata, la regimazione delle acque dovrà essere essere fattore importante in relazione alla impermeabilizzazione del suolo conseguente all'urbanizzazione stessa.



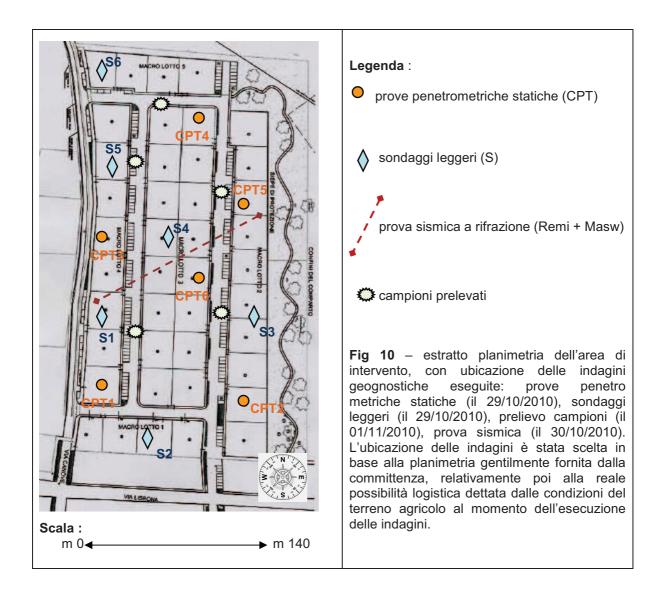
#### 10. CAMPAGNA DI INDAGINI

Per la CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E LITOLOGICA DEL SITO, visto il tipo di opera prevista ed il volume significativo di terreno da essa coinvolto, è stato concordato con la Committenza di eseguire il seguente piano di indagine:

- n. 6 prove penetrometriche statiche (CPT1,...CPT6), spinte ad una profondità massima di m 15 da p.c attuale;
- n. 1 indagine Geofisica (Masw + Remi) per la caratterizzazione sismica su tutta l'area con misura delle Vs30 (vedi pag. 14,...,20);
- n. 6 sondaggi leggeri a m 3 di profondità
- prelievo n. 5 campioni di terreno per la caratterizzazione granulometrica e la classificazione CNR-UNI per il dimensionamento del pacchetto stradale (qualora venga utilizzato il terreno autoctono superficiale in loco).

#### 11. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

- Prove penetrometriche statiche meccaniche (CPT): Il Cone Penetration Test (o prova CPT) misura la resistenza di un terreno alla penetrazione di una punta conica (punta Begemann) e di un manicotto (friction jacket cone) aventi le sottoindicate dimensioni standard: la punta ha forma conica, avente angolo di 60° e area della superficie di base pari a 10 cm²; il manicotto per la misura dell'attrito laterale locale ha una superficie laterale di 150 cm², ed è posto immediatamente sopra la punta conica. È stato utilizzato un penetrometro meccanico (tipo Pagani da 20 tonn di spinta) con misura della resistenza discontinua (caratterizzato da una lettura ogni 20 cm) mediante centralina elettronica. Durante l'infissione nel terreno del sistema punta-batteria aste, vengono misurate alternativamente la resistenza alla punta Rp e la resistenza all'attrito laterale Rl, entrambe espresse in Kg/ cm². Dal rapporto Rp/Rl, secondo la teoria di Begemann, è possibile individuare la natura litologica dei terreni interessati dalla prova CPT, in base alla risposta meccanica che ogni singolo strato fornisce.
- sondaggi leggeri : Per l'esecuzione dei sondaggi a secco è stata utilizzata una sonda idraulica ad asta elicoidale Ø 40 mm semovente modello Deepdrill modello DM-30 G. La scelta di tale strumentazione è stata fatta sia per abbattere i costi sia perché idonea all'indagine poco profonda dei terreni. Tramite tale sonda si sono eseguiti n. 3 sondaggi leggeri spinti ad una profondità di metri 3 da p.c. questo ha consentito la caratterizzazione litologica subsuperficiale tramite analisi diretta delle litologie prelevate.

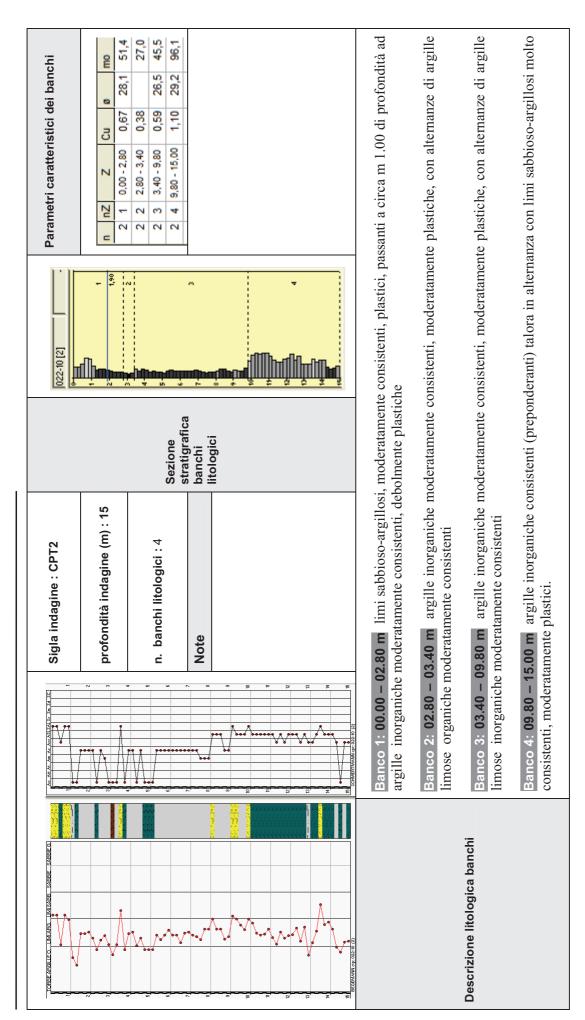


#### 12. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE

#### 12.1. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

Le caratteristiche litostratigrafiche esaminate per mezzo del rapporto di Begemann (1965), in corrispondenza della verticali delle prove CPT1,...CPT6, indicano la presenza di materiali prevalentemente coesivi, per tutto l'intervallo sino a m 15, con una variabilità stratigrafica lateroverticale limitata. Precisamente nel corso dell'analisi dei dati sono stati individuati i seguenti intervalli stratigrafici:

**LGEO.S.** Intercity Geological Studio – Studio di geologia - geotecnica - idrogeologia e Ambiente. Sicurezza cantieri. Via B. Tisi n. 5 − Argenta (FE). Tel. 339-2613319 − e-mail 01: pollinimatteo@libero.it; e-mail 02: pollinimatteo72@gmail.com



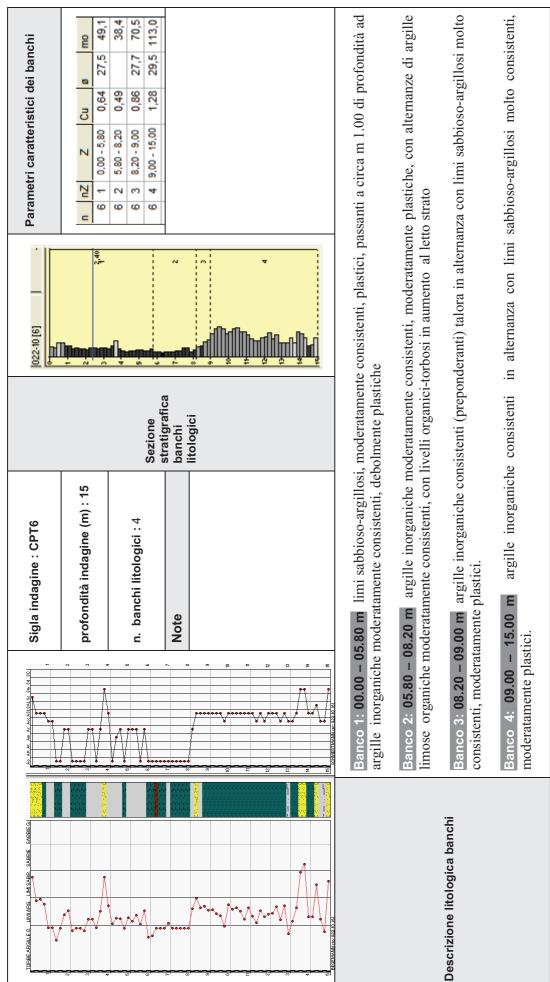
**LGEO.S.** Intercity Geological Studio – Studio di geologia – geotecnica - idrogeologia e Ambiente. Sicurezza cantieri. Via B. Tisi n. 5 – Argenta (FE). Tel. 339-2613319 – e-mail 01: pollinimatteo@libero.it; e-mail 02: pollinimatteo72@gmail.com

**I.GEO.S.** Intercity Geological Studio – Studio di geologia - geotecnica - idrogeologia e Ambiente. Sicurezza cantieri. Via B. Tisi n. 5 – Argenta (FE). Tel. 339-2613319 – e-mail 01: pollinimatteo@libero.it; e-mail 02: pollinimatteo72@gmail.com

**LGEO.S.** Intercity Geological Studio – Studio di geologia – geotecnica - idrogeologia e Ambiente. Sicurezza cantieri. Via B. Tisi n. 5 – Argenta (FE). Tel. 339-2613319 – e-mail 01: pollinimatteo@libero.it; e-mail 02: pollinimatteo72@gmail.com

**LGEO.S.** Intercity Geological Studio – Studio di geologia – geotecnica - idrogeologia e Ambiente. Sicurezza cantieri. Via B. Tisi n. 5 – Argenta (FE). Tel. 339-2613319 – e-mail 01: pollinimatteo@libero.it; e-mail 02: pollinimatteo72@gmail.com





**LGEO.S.** Intercity Geological Studio – Studio di geologia – geotecnica - idrogeologia e Ambiente. Sicurezza cantieri. Via B. Tisi n. 5 – Argenta (FE). Tel. 339-2613319 – e-mail 01: pollinimatteo@libero.it; e-mail 02: pollinimatteo72@gmail.com

## Valori geotecnici medi dei banchi individuati nella prova CPT1

Mo	Kg/cm <sup>2</sup>	67,71		69'66
Eu25	<sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup> K	56,43		55,38 83,08
En50	Kg/cm <sup>2</sup>	37,62		
F_liq. E		2,00	00'0	0,00
øMe	()	27,64		29,11
MOø	()	39,40		29,27
фDb	()	30,43		21,25
øKo	()	32,60		22,57
øСа	()	35,36		25,80
ødr	()	39,66		34,50
Dr	6)	70,11		27,11
Mo	Kg/cm <sup>2</sup>	187,59 55,81	42,32	528,28 97,13
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	187,59	274,95	528,28
En50	Kg/cm <sup>2</sup>	125,06	183,30	352,18
OCR	%	46,90	5,28	5,30
Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,74	0,54	1,11
۸s	m/s	171	138	205
စွထ္သဝ	Kg/cm <sup>2</sup>	0,20	0,70	1,31
٨	t/m³	1,76	06'0	0,97
Isl		0,85	69'0	1,63
ob	Kg/cm <sup>2</sup>	20,60	11,39	32,70
Banco	°N	1	2	3

### Valori geotecnici medi dei banchi individuati nella prova CPT2

Mo	Kg/cm <sup>2</sup>	77,50		42,00	101,48
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	64,58		35,00	84,57 101,48
Eu50	Kg/cm <sup>2</sup>	43,06		23,33	56,38
F_liq.		2,00	00'0	00'0	00'0
øМе	()	28,09		26,50	29,20
MOø	()	40,56		27,10	29,40
фDb	()	31,69		19,40	21,36
øKo	()	33,98		20,55	22,69
øСа	()	36,68		23,86	25,91
ødr	(,)	40,61		32,35	34,59
Dr	6)	78,00		9,18	27,84
Mo	Kg/cm <sup>2</sup>	51,44	26,97	45,50	80,96
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	174,29	135,33	316,42	524,69
Eu50	Kg/cm <sup>2</sup>	116,19	90,22	210,94	349,79
OCR	%	35,02	5,10	4,82	5,27
Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,67	0,38	0,59	1,10
٧s	s/ш	162	119	143	202
δωο	Kg/cm <sup>2</sup>	0,26	0,45	0,77	1,32
λ	£m⁄t	1,52	0,73	0,92	26'0
fsl		98'0	0,49	0,57	1,44
dc	Kg/cm <sup>2</sup>	18,21	7,67	12,63	31,92
Banco	°N	1	2	င	4

## Valori geotecnici medi dei banchi individuati nella prova CPT3

Mo	Kg/cm <sup>2</sup>	63,67	112,39	61,00
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	53,06	93,66	50,83
09n3	Kg/cm <sup>2</sup>	35,37	62,44	33,89
F_liq.		00'0	00'0	00'0
øMe	()	27,43	29,61	27,29
øDM	()	34,76	30,01	25,49
øDb	()	26,38	21,88	18,03
øKo	6)	28,17	23,26	19,05
øСа	()	31,14	26,45	22,44
ødr	()	37,13	35,03	31,96
Dr	()	48,97	31,48	5,93
Mo	Kg/cm <sup>2</sup>	47,85	504,79 112,78	59,79
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	261,04	504,79	618,92
Eu50	Kg/cm <sup>2</sup>	174,03	336,53	412,61
OCR	%	15,37	99'9	2,64
Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,62	1,27	0,79
Vs	s/ш	148	215	170
ბდი	Kg/cm <sup>2</sup>	69'0	1,28	1,59
γ	L/m³	1,15	86'0	0,94
fsl		69'0	1,72	1,32
dc	Kg/cm <sup>2</sup>	14,14	37,46	19,75
Banco	°N	1	2	3

## Valori geotecnici medi dei banchi individuati nella prova CPT4

Мо	Kg/cm <sup>2</sup>	29,00		60'96
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	49,17		80,08
Eu50	Kg/cm <sup>2</sup>	32,78		53,38
F_liq.		00'0	00'0	00'0
øMe	(,)	27,21		28,96
øDM	6)	38,38		29,24
фDb	6)	30,01		21,22
øKo	()	32,14		22,54
øСа	()	34,93		25,77
ødr	6)	39,27		34,43
Dr	6)	66,83		26,53
Мо	Kg/cm <sup>2</sup>	47,22	29,27	492,16 93,85
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	203,05	251,77	492,16
Eu50	Kg/cm <sup>2</sup>	135,36	167,85	328,10
OCR	%	18,13	2,55	5,53
Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,61	0,40	1,08
Vs	s/m	147	121	201
စွထ္သဝ	Kg/cm <sup>2</sup>	0,45	0,83	1,26
٨	t/m³	1,28	0,76	96'0
fsl		0,81	0,49	1,48
ob	Kg/cm <sup>2</sup>	13,45	8,09	31,23
Banco	°	1	2	က

### Valori geotecnici medi dei banchi individuati nella prova CPT5

Мо	Kg/cm <sup>2</sup>	56,40		97,15
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup> Kę	47,00		96'08
Eu50	Kg/cm <sup>2</sup>	31,33		53,97
F_liq.		00'0	00'0	00'0
øMe	6)	27,10		29,00
øDM	6)	35,11		29,21
øDb	6)	26,60		21,20
øKo	6)	28,42		22,51
øСа	6)	31,37		25,74
ødr	(,)	37,14		34,44
Dr	6)	49,06		26,58
Мо	Kg/cm <sup>2</sup>	47,87	29,27	96,46
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	212,62	254,44	504,04
Eu50	Kg/cm <sup>2</sup>	141,75	169,62	336,03
OCR	%	18,57	2,49	2,50
Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,62	0,40	1,10
Vs	s/ш	148	121	203
စွထ္သဝ	Kg/cm <sup>2</sup>	0,46	0,84	1,28
٨	t/m³	1,31	0,76	96'0
fsl		0,74	0,49	1,51
dc	Kg/cm <sup>2</sup>	13,83	8,09	31,94
Banco	°Z	1	2	3

### Valori geotecnici medi dei banchi individuati nella prova CPT6

Мо	Kg/cm <sup>2</sup>	64,50		69,75	110,30
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	53,75		58,13	91,92
En50	Kg/cm <sup>2</sup>	35,83		38,75	61,28
F_liq.		00'0	00'0	00'0	00'0
øMe	6)	27,46		27,71	29,53
MOø	()	37,83		28,74	29,66
фDb	()	29,00		20,80	21,58
øKo	6)	31,03		22,08	22,93
øСа	6)	33,87		25,32	26,14
ødr	(,)	38,75		33,80	34,81
Dr	()	62,54		21,21	29,69
Мо	Kg/cm <sup>2</sup>	49,08	38,35	70,52	512,92 112,96
Eu25	Kg/cm <sup>2</sup>	213,49	326,60	404,63	512,92
Eu50	Kg/cm <sup>2</sup>	142,33	217,74	269,75	341,94
OCR	%	19,27	3,19	5,27	6,53
Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,64	0,49	0,86	1,28
Vs	s/m	153	132	180	213
ഠയറ്	Kg/cm <sup>2</sup>	0,45	98'0	66'0	1,33
γ	t/m³	1,27	0,86	0,94	0,97
fsl		0,78	0,67	06'0	1,65
dc	Kg/cm <sup>2</sup>	15,31	10,25	23,25	36,77
Banco	°	1	2	က	4

Caratterizzazione geologica dei terreni relativi al progetto di lottizzazione di via Canove, località Argenta (FE). Relazione Geologica

# Legenda parametri riportati nelle tabelle dei valori medi geotecnici :

qc (kg/cm²) = resistenza alla punta (conica)

- **fs** (kg/cm²) = resistenza laterale (manicotto)

- Rt (kg) = resistenza totale (aste esterne)

coesione non drenata
angolo di attrito interno efficace
densità relativa
modulo edometrico
modulo di deformazione non drenato e drenato
problemo e drenato
peso di volume

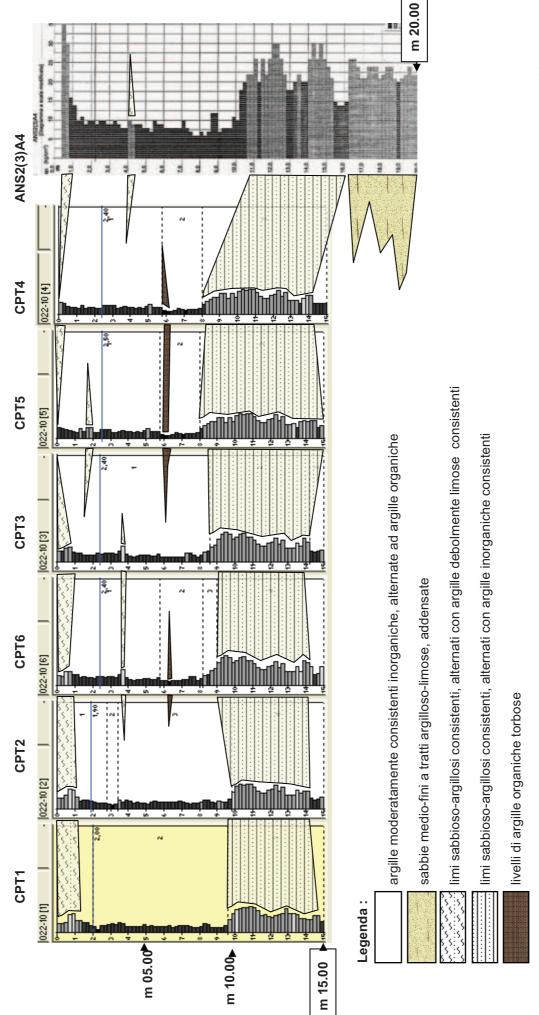
Ai fini della valutazione dei parametri geotecnici si è proceduto a scelte litologiche con validità orientativa che prevedono la possibilità di casi dubbi nell'applicazione delle teorie di Begemann 1965 e Raccomandazioni A.G.I. 1977; tali scelte litologiche possono essere così sintetizzate:

 $\Box$  7 < Rp < 20 kg/cm<sup>2</sup>: possibili terreni coesivi in genere anche se Rp/Rl < 15

□ Rp  $\leq$  20 kg/cm<sup>2</sup>: possibili terreni coesivi anche se Rp/Rl > 30

 $\square$  Rp  $\geq 20 \text{ kg/cm}^2$ : possibili terreni granulari anche se Rp/Rl < 30

MODELLO GEOLOGICO GEOTECNICO – SEZIONE SE ←----



**LGEO.S.** Intercity Geological Studio – Studio di geologia - geotecnica - idrogeologia e Ambiente. Sicurezza cantieri. Via B. Tisi n. 5 − Argenta (FE). Tel. 339-2613319 − e-mail 01: pollinimatteo@libero.it; e-mail 02: pollinimatteo72@gmail.com

Le colonne stratigrafiche ricavate in base a queste ulteriori distinzioni sono riportate negli allegati relativi alle tabelle dei parametri geotecnici e graficamente presentate nei diagrammi di resistenza ad istogrammi. In tali colonne, nonostante le limitazioni impostate,

è possibile verificare in linea di massima la conferma delle caratteristiche generali di quanto precedentemente valutato con la teoria di Begemann ad eccezione delle torbe. I valori delle principali caratteristiche geotecniche riportate in allegati e in parte sopra descritte, sono stati ricavati per mezzo del software applicativo GEO OCX "Fondazio" versione CD02-1001-001 e Geostru Static Probing 2009-2010.

Date le modalità di acquisizione dati, <u>i parametri geotecnici hanno esclusivamente validità</u> orientativa come i risultati delle prossime valutazioni con essi eseguite.

Per valutazioni più precise si rimanda ad eventuali idonee analisi di laboratorio da effettuarsi su campioni indisturbati prelevati nel corso di ulteriori sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

### 12.2. SONDAGGI LEGGERI

Sono stati eseguiti n° 6 sondaggi a coclea S1, S2, S3, S4, S5, S6, spinti ad una profondità di m 4 da p.c.(piano campagna). Tutte le fasi dei sondaggi, dall'esecuzione, alla descrizione, al campionamento, alla catalogazione sono state condotte dallo scrivente, come Responsabile della Qualità e Tecnico di Cantiere. Per ogni sondaggio sono state compiute le seguenti osservazioni e prove: a) analisi litologica stratigrafica di dettaglio evidenziando i cambi litologici significativi; b) consistenza e deformabilità dei singoli orizzonti litologici; c) colore, umidità. Verranno di seguito descritte le litologie incontrate per ogni sondaggio, i cui esatti valori granulometrici possono essere desunti solamente con le analisi di laboratorio specifiche.

### Stratigrafia media dei sondaggi S1,...,S6 (profondità indagine mt 4.00 da p.c.)

**0.00 – 2.00 m** limi sabbioso-argillosi nocciola chiaro, consistenti, con punti di ossidazione. Aumentano i livelli di ossidazione da m 1.50 in poi

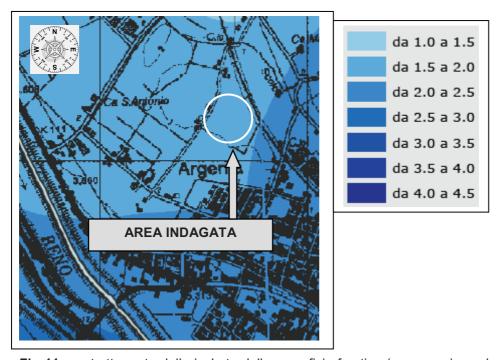
2.00 – 2.40 m argille debolmente limose grigie, plastiche e moderatamente consistenti

**2.40 – 3.60 m** argille debolmente limose grigie, ed argille limose grigio-nocciola, plastiche e moderatamente consistenti, con livelli di ossidazione

**3.60 – 4.00 m** limi argillosi grigio chiaro, plastici e debolmente consistenti, con punti di ossidazione e carboniosi

### 13. MODELLO IDROGEOLOGICO DELL'AREA

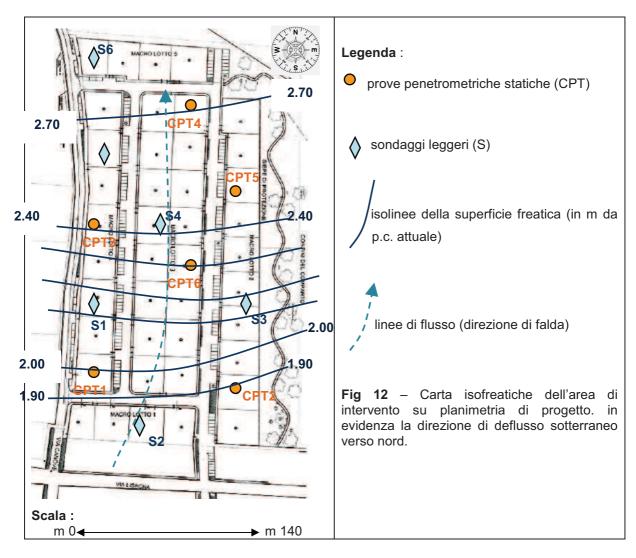
Nel territorio un cui l'area è inserita, l'andamento, la profondità e la direzione della falda freatica, sono legati oltre che agli eventi meteorici, anche alla rete di canali e di scoli presenti. La falda freatica, ubicata nel livello più superficiale della serie idrogeologica locale, ha caratteristiche di falda libera; è delimitata solo inferiormente da un substrato impermeabile, mentre il suo limite superiore (o superficie freatica) è variabile in funzione dell'alimentazione. Dall'analisi comparata tra la morfologia della superficie freatica ed il reticolo idrografico locale, risulta che alcuni corsi d'acqua coincidono con zone di alto della superficie freatica, e quindi con spartiacque sotterranei (cioè zone di alimentazione); appare evidente che il Reno) è il fiume che influenza maggiormente la falda freatica. Altri spartiacque sotterranei coincidono con paleoalvei, costituiti litologicamente da terreni sabbiosi, che divengono vie preferenziali di circolazione idrica alimentante la falda freatica. I rapporti spaziali risultano molto complessi e sono quelli tipici dei sedimenti alluvionali; in generale ci si può ricondurre ad una distribuzione lenticolare con spesse e ramificate interdigitazioni tra i termini prevalentemente argillosi e quelli invece più sabbiosi.



**Fig 11** – estratto carta delle isobate della superficie freatica (espresse in m da piano campagna) del territorio comunale di Argenta relativo al PSC associato (quadro conoscitivo, versione 07/02/2006).

Le principali direzioni di drenaggio seguono gli assi direzionali delle canalizzazioni o sono influenzate dalla presenza di impianti idrovori; gi spartiacque coincidono in parte con quelli dei bacini artificiali o con parte di paleoalvei. In linea generale il mezzo poroso è caratterizzato da un litotipo principale, con precise caratteristiche idrodinamiche; tale litotipo è costituito dal vario alternarsi di materiali sia limoso-argillosi impermeabili, che sabbiosi (generalmente sabbie medio-fini, con percentuali variabili della frazione limoso-argillosa). I rapporti spaziali risultano moltocomplessi e sono quelli tipici dei sedimenti alluvionali; in generale ci si può ricondurre ad una distribuzione lenticolare con spesse e ramificate interdigitazioni tra i termini prevalentemente argillosi e quelli invece più sabbiosi.

Al momento dell'esecuzione delle prove (CPT e sondaggi), il 29/10/2010, il livello medio statico di falda superficiale era a – 2.50 m da p.c. attuale.



Viste le condizioni altimetriche, geomorfologiche e di regimazione delle acque, nonché la profondià attuale della falda freatica, si ritiene improbabile un ulteriore innalzamento della stessa. Solo eventi meteorici molto intensi ed eccezionali, potrebbero dar luogo ad innalzamenti anomali della falda freatica, ma solo per brevi periodi.

### 14. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Dopo l'esecuzione dei sondaggi a coclea, una volta elaborata la stratigrafia su ogni verticale d'indagine, sono stati prelevati n° 5 campioni di terreno ,media valori (C1) a profondità da 0.10 a 0.40 m da p.c., su cui sono state effettuate analisi di laboratorio (certificato ministeriale) ai fini della caratterizzazione dei terreni di sottofondazione stradale (nel caso in cui la committenza decida di utilizzate tale tipo di terreno autoctono in loco). In questo modo si sono potuti classificare i terreni di fondazione secondo le normative vigenti (Norma U.N.I. 10 006).

Precisamente, in laboratorio si sono effettuate le seguenti tipologie di analisi:

- a) Classificazione di una terra (U.S.C.S.; C.N.R.-U.N.I.)
- b) Determinazione indice di gruppo (IG)
- c) Determinazione limiti di consistenza (liquido; plastico; indice plastico)
- d) Determinazione caratteristiche granulometriche

### 14.1. DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA ( O DI ATTERBERG )

La presenza dell'acqua nei vuoti del terreno influenza principalmente il comportamento delle terre a grana fine (argille e limi). È pertanto utile ricavare il valore del contenuto in acqua nel deposito naturale di terreno che si vuole studiare. La determinazione dei limiti di consistenza fornisce una indicazione geotecnica sul comportamento delle terre, al variare del contenuto in acqua (w). Precisamente, a variazioni continue dello stato argilloso (da solido fragile a semisolido a plastico a fluido), si possono abbinare una variazione della risposta deformazionale del terreno. I limiti di Atterberg, che presentano una notevole fedeltà nei risultati sperimentali, vengono determinati sulla frazione passante al setaccio n°

40~(0.42~mm) e dipendono dalla percentuale di argilla che granulometricamente corrisponde alla percentuale di materiale inferiore ai  $2~\mu m$ . Per i campioni analizzati sono stati ottenuti i risultati riportati in tabella sotto, i cui dettagli maggiori sono riportati nei relativi allegati a cui si rimanda.

CAMPIONE	PROFONDITÁ PRELIEVO (m da piano campagna attuale)	LL wl	LP wp	Ip (%)
C1	da $-0.10 \text{ m}$ a $-0.40 \text{ m}$	25	20	5

Per una valutazione del Limite Liquido (wl) e del Limite Plastico (wp) relativi ai campioni elencati in tabella, si riporta di seguito la classificazione dei terreni coesivi secondo le normative internazionali:

argille magre (illitiche)	wl sino a 50 %;	wp 25 %
argille grasse (montmorillonitiche)	wl sino a 80 % ;	wp 30 %
terreni organici	wl sino a 250 %;	wp 150 %

Come si evince dai dati di laboratorio, i terreni tra piano campagna e - 0.40 metri (quota alla quale la sovrastruttura stradale troverà il primo terreno indisturbato di natural fondazione), sono caratterizzati da un valore medio di *wl* pari a 25 %, riconducibile ad argille magre (illitiche), ed ad un *wp* medio di 20 %.

Per confronto con le tabelle internazionali: Ip da 0 a 5  $\Rightarrow$  terreno non plastico

Ip da 5 a 15  $\Rightarrow$  terreno poco plastico

Ip da 15 a 40  $\Rightarrow$  terreno plastico

Ip > 40  $\Rightarrow$  terreno molto plastico

I sedimenti coesivi-granulari indagati sono caratterizzati da un Ip medio = 5, pertanto possono essere considerati terreni non plastici.

### 14.2. ANALISI GRANULOMETRICA MECCANICA

Vengono di seguito riportati i risultati ottenuti sui campioni prelevati, evidenziando il punto in cui è stato eseguito il prelievo, la sigla identificativa del campione, la profondità, i valori granulometrici riscontrati nei setacci principali. La classificazione del campione è riportata nei relativi allegati. Dato l'elevato contenuto di frazione fine nei campioni di terreno prelevati, si è resa necessaria l'esecuzione di una seconda analisi granulometrica tramite densimetro.

CAMPIONE	PROFONDITÁ PRELIEVO	Setaccio 2.00 mm	Setaccio 0.42 mm	Setaccio 0.075 mm
	(m da piano campagna attuale)	Passante %	Passante %	Passante %
C1	da - 0.10 m a - 0.40 m	98.74	97.82	76.19

### 14.3. PARAMETRI DERIVATI E CLASSIFICAZIONE

I diversi sistemi di classificazione si differenziano sostanzialmente in funzione delle finalità per le quali sono stati impostati. Quando il terreno viene considerato cava di prestito di roccie sciolte, si preferisce fare riferimento alla classificazione stradale, che permette di stabilire l'idoneità del materiale ad essere utilizzato ad esempio per la costruzione di rilevati, sottofondi stradali, dighe ecc. Dai parametri ricavati dalle analisi di laboratorio è possibile eseguire una classificazione del materiale secondo la normativa CNR UNI 10006. I terreni inorganici sono suddivisi in 7 gruppi da A-1 ad A-7, passando da materiale di elevate caratteristiche di resistenza a materiali mediocri e scadenti.

CAMPIONE	Indice di Gruppo ( IG )	Classificazione USCS	Classificazione CNR-UNI
C1	8.00	CL-ML	A4

### 15. CALCOLO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

### 15.1. Traffico

Tutti i metodi di progettazione del pavimento stradale partono dalla stime del traffico futuro suddiviso in leggero, medio, pesante. In contrasto tuttavia con i calcoli relativi al dimensionamento della strada (numero e lunghezza delle corsie), spesso si tiene conto dei soli veicoli commerciali per la scarsa influenza che hanno le automobili sulla tenuta della struttura. È oggi prassi comune, di far uso dei cosiddetti carichi equivalenti (di ruota o assiali) in cui vengono trasformati i carichi effettivi degli automezzi.

### 15.2. Sottofondo

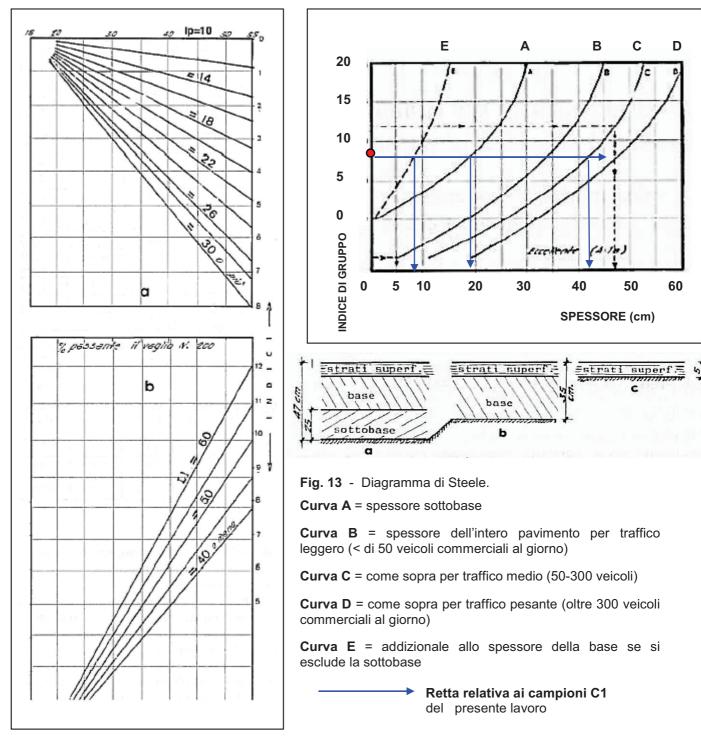
Il terreno di sottofondo ha sovente un comportamento meccanico di difficile valutazione per le variazioni del tenore d'aqua,per il grado di costipamento e per l'influenza che esercita la sua natura. I metodi di dimensionamento del pavimento si avvalgono soprattutto di prove di portanza e penetrometriche effetuate sul sottofondo e nelle quali la misura delle deformazioni in rapporto alle sollecitazioni definisce valori convenzionali con i quali si possono utilizzare alcuni monogrammi specifici. I metodi del gruppo "A" sono quelli che si basano sulle esperienze fornite da strade esistenti aventi carichi di ruota analoghi al caso considerato; sono detti del gruppo "B" quelli che si basano sulla comparazione di prove di resistenza effetuate sul sottofondo e dei risultati ottenuti con pavimenti costruiti su fondazioni di resistenza analoga. Entrambe i suddetti metodi sono applicabili ai pavimenti flessibili.

### 15.3. Metodo dell' INDICE DI GRUPPO (per pavimenti flessibili)

Col termine si intende una quantità empirica riferita al sottofondo di cui tanto più alto è il valore quanto più bassa è la resistenza e lo si ottiene con la relativa formula oppure con i diagrammi riportati in figura 6, nei quali si entra col % di passante al vaglio n. 200 (serie USA) ed i valori dell'indice di plasticità (Ip) del limite liquido (LI). L'indice di gruppo è dato dala somma delle due letture sull'ordinata dei due diagrammi. Ottenuto l'indice di gruppo, lo spessore della base e della sottobase eventuale si ricavano dal diagramma di Steele (fig. 7) che si fonda sull'assunzione che: a) il costipamento della fondazione non sia inferiore al 95%, e quello della base non inferiore al 100% delle rispettive densità secche ottenute con la prova Proctor normalizzata; b) le condizioni di drenaggio siano buone; nel

caso del rilevato, il massimo livello dell'acqua libera sia ad almeno 1 metro sotto la superficie stradale.

Il metodo dell'indice di gruppo, per l'esiguità dei dati su cui si fonda, è da ritenersi di valore indicativo, utile per avanprogetti e studi di massima.



### 16. SINTESI DEL DIMENSIONAMENTO DEL PACCHETTO STRADALE

Di seguito, si considererà che la sovrastruttura stradale appoggi direttamente sul terreno (previo scortico e rullatura), questo dal momento che in questa fase progettuale non sono stati forniti allo scrivente dati sul tipo di terreno eventuale da utilizzare per rialzare l'attuale piano campagna. Eventualmente in fase di progettazione più avanzata si consiglia al Progettista di ripetere alcune analisi di laboratorio sul terreno che realmente, ed eventualmente, verrà utilizzato per sopraelevare l'intero pacchetto stradale (strade di accesso e servizio alla lottizzazione di via Canove).

Per un dimensionamento di massima del traffico atteso sull'area in esame, in relazione alla sua destinazione d'uso, in mancanza di indicazioni specifiche in merito, si si è considerato un **traffico giornaliero medio**.

Dai risultati delle analisi di laboratorio geotecnica, relativamente ai campioni prelevati (C1 e C2), si evince che i terreni di fondazione della sovrastruttura stradale sono rappresentati da limi sabbioso-argillosi (**gruppo A4**, secondo la classificazione CNR-UNI 10 006).

Utilizzando il metodo dell'Indice di gruppo e considerando tale indice solo come numero utilizzabile ai fini della valutazione di un terreno come materiale da sottofondo (dunque come indicatore di qualità) e valutando tale indice in base alla classificazione CNR-UNI 10 006 dei campioni C1(**gruppo A4**), si ottiene uno spessore complessivo della sovrastruttura (vedi diagramma di Steele di pag. 42), per traffico giornaliero medio (curva C) pari a circa 42-45 cm (non considerando la curva E = addizionale allo spessore di base).

Di conseguenza, relativamente alle sole qualità portanti del sottofondo ed ad un valore medio di circa 43 cm, a cui dovrà aggiungersi lo strato di usura-collegamento (di spessore pari a circa 10 cm), si ritiene che la sovrastruttura stradale di circa 53 cm possa soddisfare le ipotesi assunte nel presente lavoro. La sovrastruttura potrà essere realizzata come riportato in tabella, essendo costituita dalle seguenti componenti:

- strato di fondazione: parte della sovrastruttura avente principalmente la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo; può essere costituita da uno o più strati, lo strato più profondo viene chiamato *Primo strato di fondazione* e può anche essere destinato a

proteggere il sottofondo dall'azione del gelo e dalla risalita dell'acqua. Lo strato più superficiale viene chiamato <u>Ultimo strato di fondazione</u> o <u>Strato di base</u>. A chiusura superficiale della sovrastruttura stradale verrà posato in opera lo strato o <u>Manto di usura</u> (conglomerato bituminoso chiuso): parte della sovrastruttura che si trova a diretto contatto con le ruote dei veicoli, tale strato è raccordato alla sovrastruttura tramite apposito <u>Strato di collegamento</u> (conglomerato bituminoso aperto -binder), strato di conglomerato bituminoso a volte interposto nelle pavimentazioni bituminose tra lo strato di usura e l'ultimo strato di fondazione.

STRATO	SPESSORE	TIPOLOGIA MATERIALE
Manto di usura e	3	Conglomerato bituminoso chiuso
Strato di collegamento	7	Conglomerato bituminoso aperto
Strato di base o ultimo		
strato di fondazione	23	Misto stabilizzato compattato
Primo strato della		
fondazione	20	Sabbia A4 compattata
Terreno di sottofondo		Terreno naturale debitamente
		compattato

La sovrastruttura stradale dovrà essere eseguita secondo lo schema sotto riportato:

a) scavo del cassonetto (esecuzione di uno scortico di spessore adeguato per asportare lo strato vegetale); b) compattazione del sottofondo; c) formazione, per strati successivi compattati a regola d'arte, di una sovrastruttura di spessore minimo pari a cm 50. Il tappeto d'usura dovrà essere disteso dopo la maturazione dei cedimenti, sia assoluti che differenziali. Si consiglia, una volta realizzata la sovrastruttura e prima di realizzare il tappeto di usura, di eseguire una serie di prove di carico su piastra in modo da determinare il corretto modulo di deformazione, nonché eseguire una serie di prove Proctor modificate per verificare la densità ottimale (non inferiore al 95 %) dell'intero strato di fondazione.

**Nota Bene**: i calcoli del pacchetto stradale rimangono meramente indicativi ed andranno confermati dai calcoli del Progettista; inoltre in questa fase si è fatta l'ipotesi che la committenza utilizzi come terreno di fondazione, i primi 40 cm del terreno autoctono; se la committenza utilizzerà terreno alloctono, il dimensionamento del pacchetto stradale dovrà essere ricalcolato alla luce di nuove indagini geotecniche da eseguire su nuovi terreni.

### 17. INDICAZIONI IN MERITO ALLA CAPACITÀ PORTANTE

Nell'ottica di eseguire una caratterizzazione geologica-geotecnica generale della futura lottizzazione di via Canove, nella presente relazione, la determinazione della **q.amm** è da considerarsi come meramente indicativa, dal momento che valori specifici dovranno essere forniti in fase di progetto di singolo lotto, in base al tipo di opera previsto ed al tipo fondazionale (dimensioni e tipologia) scelto dalle singole committenze/progettisti.

Sulla base di queste premesse, si sono effetuati calcoli, tramite software fondazio 2007(aggiornato2010) in relazione alle singole verticali di indagine delle n.6prove penetro metriche statiche eseguite. Ipotizzando strutture fondali consone a tali tipidi terreni, ovvero travi di larghezza variabile da m 1.00 a m 1.50, poste ad una profondità variabile da m 1.00 a m 1.30 da p.c. attuale pre-lavori, si sono ottenuti valori di q.amm variabili da 0.80 a 1.20 Kg/cmq, con cedimenti S variabili da 2.50 a 3.80 cm. Si consideri che questi valori sono meramente indicativi ed andranno avvalorati in fase di progettazionesu singolo lotto, da specifiche relazioni geologiche e relazioni geotecniche, eventualmente integrate da altre indagini geotecniche, dal momento che la variabilità latero-verticale dei primi m 5 viene confermata dagli spessori variabili delle frazioni granulari sub superficiali.

### 18. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

In base al presente documento non sussistono allo stato attuale rischi geologici o naturali che possano precludere al procedere del progetto edificatorio. La falda superficiale, al momento dell'esecuzione della prova, stazionava mediamente a quota -2,50 m dap.c., ma tale livello è stato influenzato dal prolungato periodo piovoso.

Le caratteristiche litologiche e geotecniche delle n. 6 prove penetrometriche eseguite e dei n.6 sondaggi, sono riportate a pag. 24, 35 e negli allegati. Si noti che su tutto l'intarvallo stratigrafico indagato (sino a m 15), preponderanti sono i sedimenti coesivi (argille inorganiche di media consistenza : Rp medio = 12 Kg/cmq) sin o a m 10, per poi passare a terreni coesivo-granulari (limi sabbioso-argillosi) con valori medi di Rp = 30 Kg/cmq.

Dal punto di vista sismico (NTC 2008, entrate in vigore nel 2010), in base a dati bibliografici ed indagini sismiche (Remi + Masw) eseguite nell'area della lottizzazione in progetto, il sito indagato è contraddistinto da suoli tipo C.

Il calcolo ed i risultati per la progettazione del pacchetto stradale, relativo alle strade di urbanizzazione a servizio della lottizzazione, sono riportati da pag. 38 a pag. 44.

Si fa presente peròche i calcoli del pacchetto stradale rimangono meramente indicativi ed andranno confermati dai calcoli del Progettista; inoltre in questa fase si è fatta l'ipotesi che la committenza utilizzi come terreno di fondazione, i primi 40 cm del terreno autoctono; se la committenza utilizzerà terreno alloctono, il dimensionamento del pacchetto stradale dovrà essere ricalcolato alla luce di nuove indagini geotecniche da eseguire su nuovi terreni.

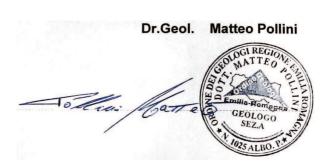
Il progettista strutturista, che eseguirà la relazione geotecnica (come da NTC 2008), deve avvalersi della relazione geologica, in cui sono riportate le caratteristiche litologiche, geotecniche e sismiche del sito, per calcolare portanza e cedimenti associati all'intervento in oggetto.

Il modello geologico e geotecnico elaborato nella presente relazione è stato eseguito sulla base delle indagini geognostiche che si sono potute eseguire, in proporzione ed in relazione: alla disponibilità economica della committenza; al tipo di opera e/o intervento indicato dal Progettista; al volume significativo del terreno coinvolto da tale opera.

Qualora nella relazione geotecnica (da redigere a carico del Progettista) si accerti la necessità, in base ad un approccio prestazionale di progettazione (come indicato nelle NTC 2008), di approfondire e migliorare i dati geologici-geotecnici, si dovranno eseguire ulteriori indagini geognostiche integrative a quelle utilizzate per la redazione del presente documento; (nuove indagini geognostiche e nuove relazioni geologiche e geotecniche sono obbligatorie per progettazioni specifiche sui singoli lotti).

In definitiva, considerando i fattori geoambientali analizzati in questa relazione (geomorfologia, idrogeologia, caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di sottofondazione, sismica) l'area può essere classificata come **IDONEA** all'urbanizzazione.

Argenta, il 13 Dicembre 2010



### **ALLEGATO 1**

### 19. VERIFICA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

L'area analizzata risulta caratterizzata da un andamento generalmente orizzontale con distribuzione lenticolare delle varie unità litologiche con spesse e ramificate interdigitazioni tra i termini prevalentemente argillosi e quelli invece più sabbioso-limosi. In queste condizioni, gli unici problemi che possono verificarsi in occasione di eventi sismici, possono essere legati unicamente a particolari caratteristiche litologiche e geotecniche degli orizzonti caratterizzati da una percentuale elevata di materiale limoso e/o sabbioso. Ai fini delle verifiche nei riguardi del potenziale di liquefazione, vengono tralasciati gli strati a prevalente carattere argilloso, mentre vengono presi in considerazione gli intervalli stratigrafici aventi granulometriche ricadenti nel range del limo e della sabbia. Le dimensioni dei granuli di un terreno sabbioso controllano in maniera determinante il comportamento di questo materiale nei confronti delle sollecitazioni derivanti da vibrazioni. Le sabbie con granulometrie fini ed uniformi, a parità di condizioni, possiedono un potenziale di liquefazione più elevato rispetto a sabbie caratterizzate da granulometrie più grossolane e meno uniformemente distribuite. Tale fenomeno viene spiegato con una maggiore capacità di dissipazione delle tensioni interstziali, che hanno le sabbie con granulometrie maggiori rispetto a quelle più fini. La maggiore permeabilità porta infatti, come conseguenza diretta, una più immediata capacità di dissipazione delle tensioni che si accumulano in seguito alle modificazioni prodotte dal moto vibratorio, mentre la minore permeabilità dei materiali più fini ed uniformi inibisce e rallenta questa capacità dissipatoria. Quando un deposito sabbioso subisce forti vibrazioni, come nel caso di un evento sismico, il suo stato di addensamento può subire forti vibrazioni: questo può determinare un aumento della densità relativa con conseguente riduzione delle tensioni interstiziali, aumentando la rigidezza del terreno. In base alla normativa sismica vigente (OPCM 3274 e 3316), deve essere eseguita la verifica alla liquefazione nei seguenti casi: - ... la falda freatica si trovi in prossimità della superficie (p.c.) ed il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa....nel caso di edifici con fondazioni superficiali tale verifica può essere omessa per litotipi suscettibili che si trovino a profondità maggiore di 15 m da

p.c. In particolare vengono ritenuti motivi di esclusione dalla verifica a liquefazione, quando si accertino almeno una di queste circostanze:

*a*- Eventi sismici attesi di magnitudo di momento Mw inferiore a 6 e durata inferiore a 15 sec.

("La Liquefazione del terreno in condizioni sismiche" – Crespellani, Nardi, Simoncini – Zanichelli 1988).

- b- Accelerazioni massime attese al piano campanga in condizioni free-field minori di 0,1g;
- *c* Accelerazioni massime al paino campagna in condizioni *free-field* minori di 0,15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti caterorie:
- frazione di fine, FC, superiore al 20% (FC=frazione passante al setaccio ASTM 200, 0,074mm), con indice di plasticità PI>10;
- FC <sup>3</sup> 35% e resistenza (N1)60>20;
- FC £ 5% e resistenza (N1)60>25
- d- Dove (N1)60 è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT.
- e- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in appositi diagrammi, da distinguere i materiali in funzione del coefficiente di uniformità Uc<3,5 o Uc>3,5.
- f- Copertura di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3m, oppure con spessore maggiore di 5m per magnitudo maggiori di M>7.

Nel caso specifico dei terreni esaminati nel presente lavoro (area di via Canove), in corrispondenza della verticale d'indagine (CPT1,...,CPT6 limitrofe) per tutto l'intervallo stratigrafico indagato, sino a m 15, si sono attraversati terreni a prevalente carattere coesivo, con una intercalazione di un banco coesivo-granulare (lilmi sabbioso-argillosi) tra m 0 e m 0.70 e tra m 10.00 a m 15.00. Si passa, successivamente, da m 15 a m 20 a terreni granulari, costituiti da sabbie finissime limose in alternanza con argille limose. Tutti i livelli analizzati dal software CPT, sono caratterizzati da un indice F.L. (vedi allegato parametri geotecnici) > 2.00. In base alle indagini che si sono potute eseguire per la redazione del presente lavoro, escludono per i terreni indagati, la possibilità di liquefazione. E' stata fatta una verifica per la liquefazione di livelli a frazione granulare maggiori del 30%, presenti in media da m 10 a m 15 di profondità. Per tale verifica è stato utilizzato il software free di Geostru che utilizza i metodi empirici di Tokimatsu e Yoshimi e Sees & Idriss. Le verifiche, con i dati a disposizione, il deposito analizzato è risultato non liquefacibile.

Tokimatsu e Yoshimi Immission	e Dati	Risultati	
Profondità di calcolo (m)	10	Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,94
Profondità della falda dal p. c. (m)	1,50	Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,09
Peso di volume del terreno (t/mc)	0,94	Fattore correttivo per la frazione fine (%)	5,00
Numero di colpi SPT o SCPT	10	Numero di colpi standard corretto Na	21,519
Magnitudo del sisma (Richter)	5,5	Resistenza alla liquefazione (R)	1,166
Accelerazione sismica massima (g)	0,16	Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,4155
ř I	100.00	Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	2,8064
Tipo di deposito	<ul><li>Sabbie pulite</li><li>Sabbie limose</li></ul>	Il depesito non è liquefacibile	(altroite
Consistenza del deposito	Sabbie sciolte  Sabbie medio-dense		

Immissione Dati		Risultati		
		Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,94	
Profondità di calcolo (m)	10	Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,09	
Profondità della falda dal p. c. (m)	1,50	Fattore correttive per la fraziene argillosa (%)	7,00	
Peso di volume del terreno (t/mc)	0,94	Numero di colpi standard corretto Na	28,519	
Numero di colpi SPT o SCPT	10	Resistenza alla liquefazione (R)	1,5163	
	-	Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,9233	
Frazione argillosa (%)	30	Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	1,6423	
Accelerazione sismica massima (g)	0,16	Il deposito non è liquetarabile	233775	

Dal momento che, in base alle indagini geognostiche eseguite in questa fase progettuale, non sono stati individuati terreni granulari saturi potenzialmente liquefacibili, e di conseguenza, non sono stati eseguiti calcoli per i cedimenti post sismici di tali terreni; si sono però eseguiti calcoli per portanze e cedimenti in condizioni statiche e dinamiche (vedi cap. 17, pag. 45) ipotizzando le diverse tipologie di fondazioni utilizzate in zona.

### **ALLEGATO 2**

### 20. ANALISI DI LABORATORIO : INDICE C.B.R. E PROCTOR MODIFICATO

### Prova C.B.R.

La prova CBR misura la capacità portante di un terreno, in determinate condizioni di densità e umidità, e fornisce un indice che, insieme ai dati relativi alle condizioni di traffico, può essere utilizzato per il dimensionamento degli strati di fondazione e di base delle pavimentazioni flessibili sia stradali che aeroportuali. La prova CBR (California Bearing Ratio) consiste nel far penetrare un pistone di diametro standard (4,953 cm), alla velocità costante di 1,27 mm/min, misurando lo sforzo di penetrazione mediante cella di carico ad infissioni prestabilite e standardizzate. Prendendo in considerazione i valori di pressione per infissioni di 2,5 e 5,0 mm, e rapportandoli alle pressioni standard di 70 e 105 kg/cm2 si ottiene l'indice CBR.

La prova CBR permette di valutare l'idoneità di un terreno alla realizzazione di sottofondi e rilevati stradali. In Italia la prova CBR viene normalmente <u>eseguita in laboratorio</u>, su un campione significativo prelevato in sito. Con questo metodo si calcola lo spessore complessivo della sovrastruttura a partire dal valore del CBR del sottofondo e successivamente lo spessore dello strato di base e di fondazione conoscendo l'indice CBR dei materiali di cui sono composti questi strati.

Nel caso specicifo della nuova lottizzazione di via Canove, i campioni prelevati tra p.c. e – 0.30 cm hano dato un valore di C.B.R. a 2.5 mm di 70 e a 5.0 mm di 73. Trattasi infatti di limi sabbiosi.

### PROVA PROCTOR MODIFICATA

La metodologia permette di determinare in laboratorio parametri utili ad aumentare la densità dei terreni di riempimento per mezzo di adeguate attrezzature meccaniche. I risultati ottenuti dalla prova permettono poi di progettare la costruzione di un rilevato stradale, di una strada in terra stabilizzata, ecc. Scopo dell'indagine è quello di ottenere la migliore riduzione dei vuoti intergranulari, al fine di aumentare la densità del materiale. Dalla prova è possibile ricercare per un dato terreno le condizioni ottimali di contenuto d'acqua per le quali ad un dato livello di sforzo di compattazione, corrisponde il massimo addensamento. Le norme cui si fa riferimento per l'esecuzione della prova Proctor sono: ASTM D698 – 00, ASTM D1557 – 02.



Certificato di Prova	785	12.023	000		
numero pagine del documento					
3					

Verbale: 785

Committente: POLLINI DOTT. MATTEO

Località: ARGENTA (FE)
Cantiere: VIA CANOVA

### DATI IDENTIFICATIVI DEI CAMPIONI E PROVE ESEGUITE

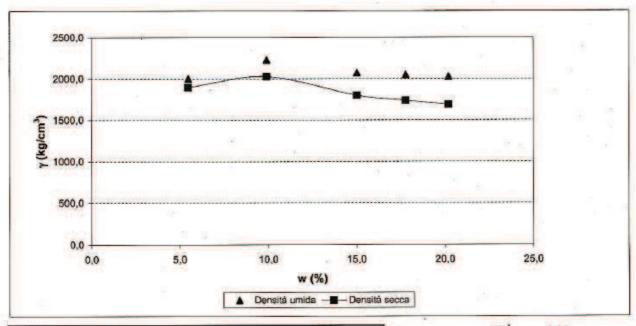
Sondaggio	Campione	profondità	Prove eseguite
S1	C1	0,05 - 0,30	PROCTOR, CBR



	provino 1	provino 2	provino 3	provino 4	provino 5
Peso Pestello (kg)	4,54	4,54	4,54	4,54	4,54
Altezza di Caduta (cm)	45,7	30,5	30,5	30,5	30,5
Massa Fustella (g)	2234,6	2234,6	2234,6	2234,6	2234,6
Massa Campione + Fustella	4119,6	4334,2	4185,5	4165,1	4145,3
Volume fustella (cm³)	942,39	942,39	942,39	942,39	942,39
Massa tara (g):	14.92	14,95	14,91	14,96	14,91
Massa Campione umido + tara (g):	1899,2	2112,6	1965	1944,7	1973.4
Massa Campione secco + tara (g):	1801,3	1923,4	1710,2	1653,4	1644,23
Umidità naturale (%):	5,480	9,914	15,030	17,779	20,203
Massa Volumica umida (kg/m³):	2000,233	2227,952	2070,162	2048,515	2027,505
Massa Volumica secca (kg/m³):	1896,309	2027,000	1799,673	1739,286	1686,735

Data apertura campione:

Q3



note: il provino 4 è stato realizzato all'umidità naturale w opt (%) 9,88 γ max (kg/m³) 2227,96

Splengentatore



### Indice di portanza C.B.R.

### Normativa di rif: CNR-UNI 10009

Certificato: 785 - 12.024 Verbale: 785 Committente: POLLINI DOTT. MATTEO Località: ARGENTA (FE) Cantiere: VIA CANOVA Sondaggio: 51 Campione: Profondità: 0,05 - 0,30

Data ricevimento: 29/02/2012 Data inizio prove: Data fine prove:

Data certificazione: Data apertura campione:

06/03/2012 07/03/2012 08/03/2012 29/02/2012

1° STRATO

70,85

97,88

95,39

10,15

4332,10

9160,1

10,29

0,00

0,00

2131,57

2013,88

Massa tara (g): Massa Campione umido + tara (g): Massa Campione secco + tara (g): Contentuto in acqua (%)

2° strato Zona Punz. 70,73 70,56 109.27 83,96 105,51 82,75 10,81 9,93

Massa tara (g): Massa del provino (g) Volume dello stampo (cm3): Umidità del Campione (%) Massa volumica umida (kg/m3)

Altezza iniziale (mm): Variazione altezza iniziale (mm):

> **CBR 2.5 mm** 70 **CBR 5.0 mm** 73

Rigonfiamento (%)

Indice CBR %

Deformazione (mm)	Carico (N)	
0,00	0	
0,50	3062	
1,00	4958	
1,50	6671	
2,00	7973	
2,50	9225	
3,00	10458	
4,00	12531	
5,00	14519	
7,00	18094	
9,00	21413	



