

4. SITO DI PISTOIA

Localizzazione del sito	SRT 66“Pistoiese” dal km 53+908 / 54+056 Loc. Le Panche
Tipologia	SITO MONTANO (670 m s.l.m.)



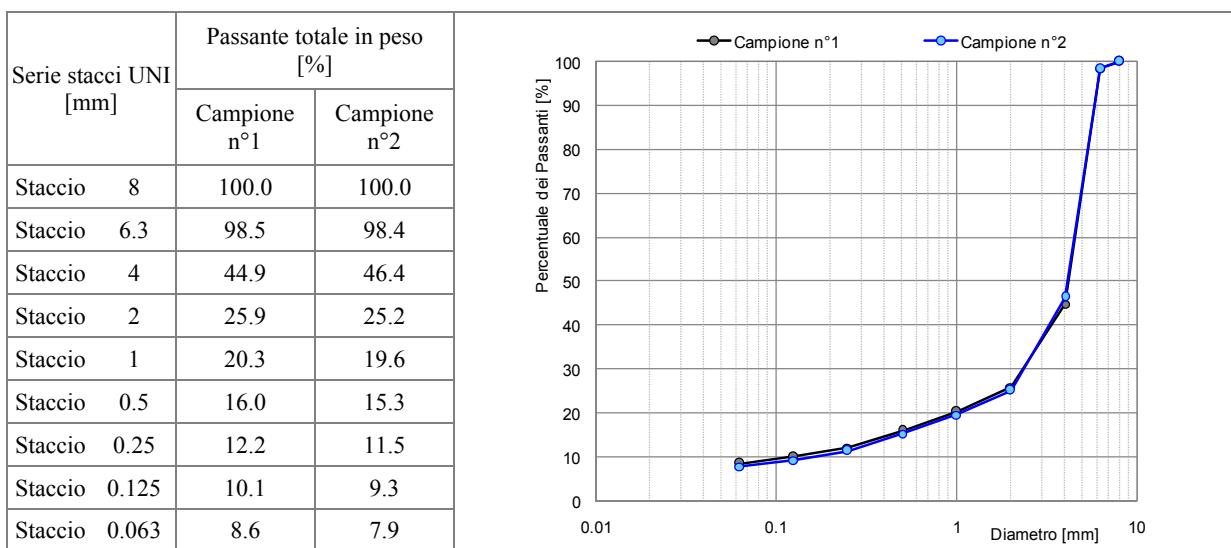
Composizione della sovrastruttura

STRATO	SPESORE	MATERIALE
USURA	3 cm	Manto di usura realizzato con conglomerato bituminoso gap graded confezionato con bitume modificato mediante l'aggiunta di polimeri SBR/NR secondo processo wet
BINDER	6 cm	Strato di binder realizzato con conglomerato bituminoso gap graded confezionato con bitume modificato mediante l'aggiunta di polimeri SBR/NR secondo processo wet
BASE	10 cm	Strato di base realizzato con conglomerato bituminoso tradizionale a caldo + SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer)

4.1 CARATTERIZZAZIONE DELLE MISCELE

4.1.1 MANTO DI USURA GAP GRADED CONFEZIONATO CON BITUME MODIFICATO MEDIANTE L'AGGIUNTA DI POLIMERI SBR/NR SECONDO PROCESSO WET

Curva granulometrica





Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

Caratteristiche composite delle carote prelevate in sito

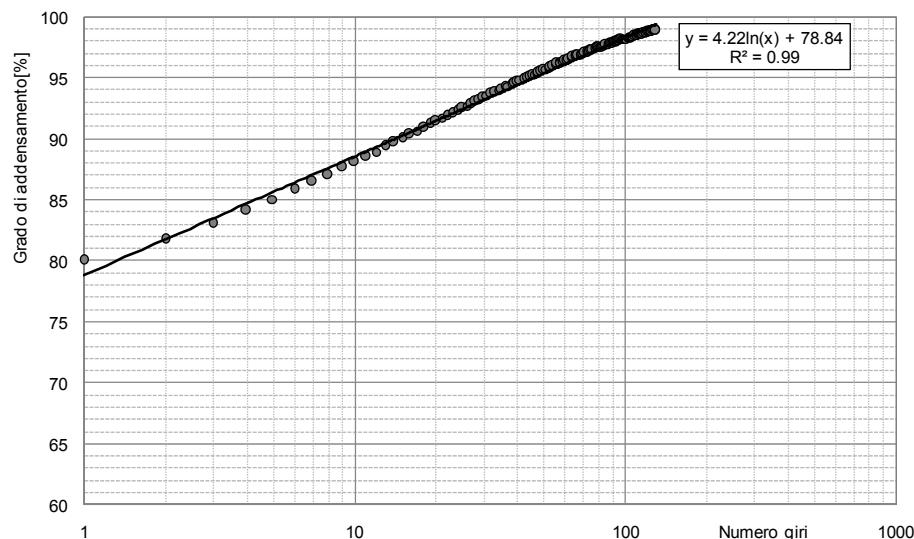
CARATTERISTICHE COMPOSITIVE		Carota n°1	Carota n°2	Valori medi
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita alla miscela (b_M)	%		8.0	
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita agli aggregati (b)	%		8.7	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³		2.485	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.295	2.336	2.315
Volume di bitume (V_b)	%	15.6	15.9	15.8
Volume dei vuoti (V_V)	%	7.7	6.0	6.8
Volume dell'aggregato (V_G)	%	76.7	78.1	77.4
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	23.3	21.9	22.6
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	67.1	72.5	69.8

⁽¹⁾ Percentuale di bitume modificato (bitume + polimero SBR/NR)

Caratteristiche composite della miscela addensata con pressa giratoria

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE		N _{initial} =10	N _{design} =50	N _{maximum} =130
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita alla miscela (b_M)	%		8.0	
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita agli aggregati (b)	%		8.7	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³		2.485	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.188	2.375	2.456
Volume di bitume (V_b)	%	14.9	16.2	16.7
Volume dei vuoti (V_V)	%	11.9	4.4	1.2
Volume dell'aggregato (V_G)	%	73.2	79.4	82.1
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	26.8	20.6	17.9
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	55.6	78.5	93.3

⁽¹⁾ Percentuale di bitume modificato (bitume + polimero SBR/NR)



Curva di addensamento della miscela



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

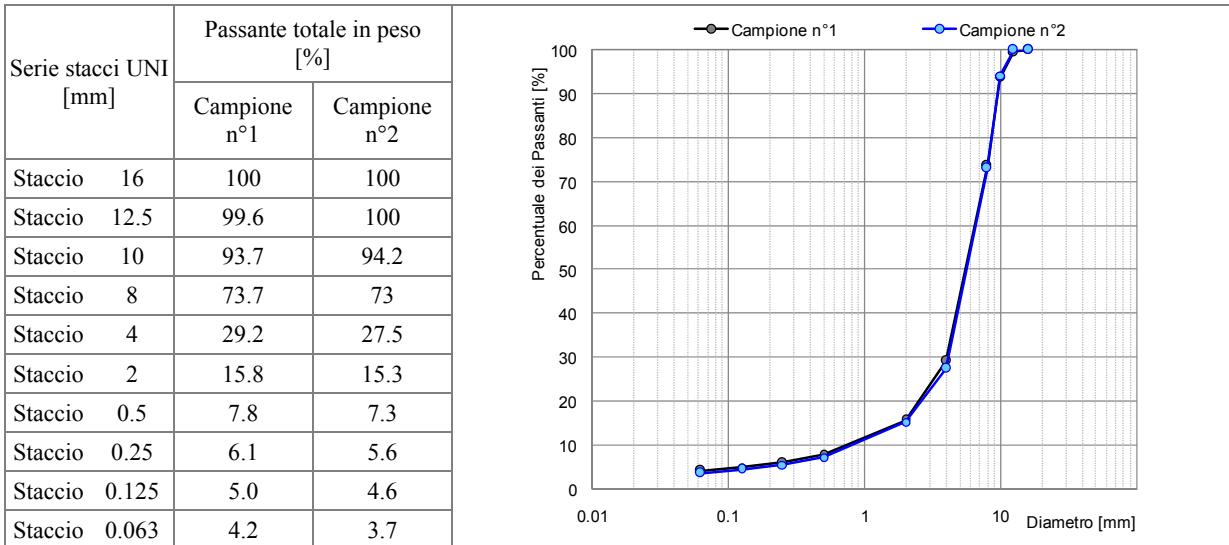
Risultati della prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C su campioni non condizionati

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	5.22	5.01	4.90	5.04
Spostamento di compressione a rottura	mm	1.97	1.75	1.92	1.88
Resistenza a trazione indiretta ITS_{dry}	N/mm ²	0.80	0.81	0.74	0.78
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0197	0.0175	0.0192	0.0188
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{dry}	N/mm ²	63.9	72.5	60.8	65.7

Risultati della prova di sensibilità all'acqua della miscela a 25°C

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	4.77	4.38	4.77	4.64
Spostamento di compressione a rottura	mm	2.58	2.30	2.46	2.45
Resistenza a trazione indiretta ITS_{wet}	N/mm ²	0.76	0.72	0.73	0.74
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0258	0.0230	0.0246	0.0245
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{wet}	N/mm ²	46.22	48.83	46.72	47.26
Rapporto di resistenza a trazione indiretta $ITSR$	%	94			

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

4.1.2 STRATO DI BINDER GAP GRADED CONFEZIONATO CON BITUME MODIFICATO MEDIANTE L'AGGIUNTA DI POLIMERI SBR/NR SECONDO PROCESSO WET
Curva granulometrica

Caratteristiche composite delle carote prelevate in situ

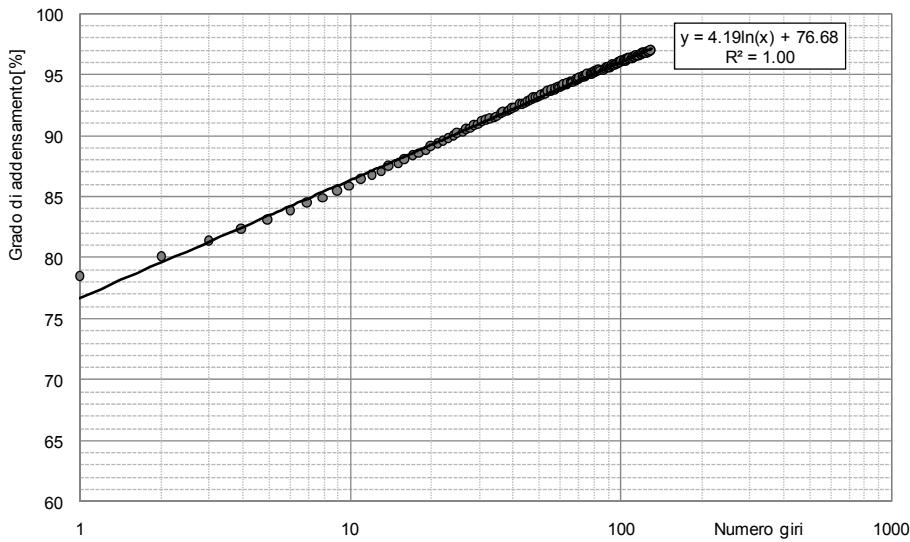
CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	Carota n°1	Carota n°2	Valori medi
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita alla miscela (b_M)	%	7.6	
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita agli aggregati (b)	%	8.2	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³	2.356	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.238	2.221
Volume di bitume (V_b)	%	14.5	14.4
Volume dei vuoti (V_v)	%	5.0	5.7
Volume dell'aggregato (V_G)	%	80.5	79.8
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	19.5	20.2
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	74.4	71.5
14.5			
5.4			
80.2			
19.8			
72.9			

⁽¹⁾ Percentuale di bitume modificato (bitume + polimero SBR/NR)

Caratteristiche composite della miscela addensata con pressa giratoria

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	N _{initial} =10	N _{design} =100	N _{maximum} =180
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita alla miscela (b_M)	%	7.6	
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita agli aggregati (b)	%	8.2	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³	2.356	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.024	2.196
Volume di bitume (V_b)	%	13.1	14.3
Volume dei vuoti (V_v)	%	14.1	6.8
Volume dell'aggregato (V_G)	%	72.8	79.0
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	27.2	21.0
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	48.2	67.8
14.8			
3.1			
82.1			
17.9			
82.7			

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia



Curva di addensamento della miscela

Risultati della prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C su campioni non condizionati

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	7.40	6.80	8.30	7.50
Spostamento di compressione a rottura	mm	1.71	1.81	1.48	1.67
Resistenza a trazione indiretta ITS_{dry}	N/mm ²	0.57	0.52	0.61	0.57
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0114	0.0121	0.0099	0.0111
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{dry}	N/mm ²	78.68	67.69	97.53	81.30

Risultati della prova di sensibilità all'acqua della miscela a 25°C

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	6.13	6.73	6.29	6.38
Spostamento di compressione a rottura	mm	2.37	2.53	2.32	2.41
Resistenza a trazione indiretta ITS_{wet}	N/mm ²	0.48	0.52	0.49	0.50
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0158	0.0169	0.0155	0.0161
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{wet}	N/mm ²	47.9	48.8	50.2	49.0
Rapporto di resistenza a trazione indiretta $ITSR$	%	88			

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

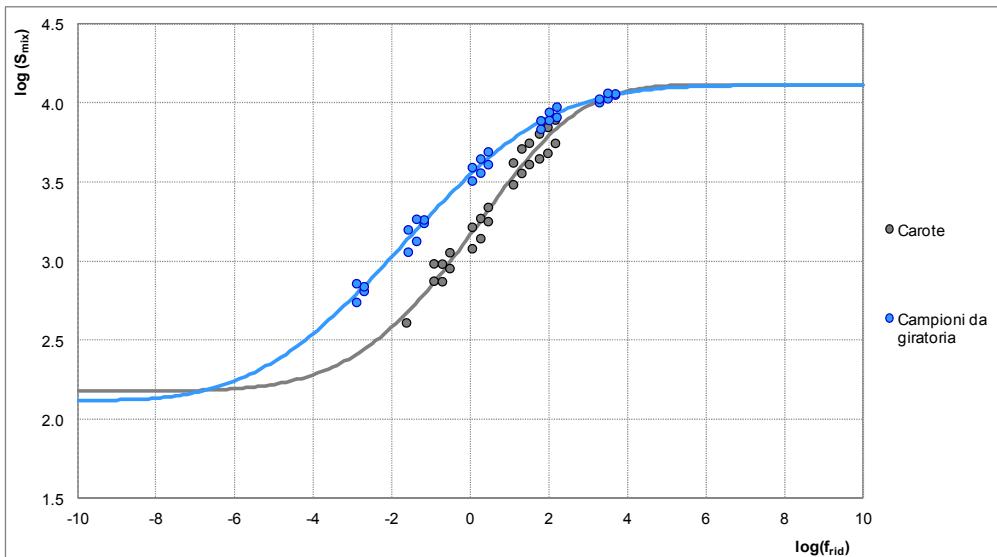
Caratteristiche di rigidezza della miscela

Moduli di rigidezza alle varie temperature e frequenze

TEMPERATURA [°C]	FREQUENZA [MPa]	Moduli di Rigidezza M_R [MPa]			
		CAMPIONI DA GIRATORIA		CAROTE	
		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°1	Campione n°2
2	2.8	11327	11525	-	-
	1.8	10730	11619	-	-
	1.1	10136	10676	-	-
4	2.8	-	-	7874	5607
	1.8	-	-	7079	4849
	1.1	-	-	6429	4475
10	2.8	8181	9510	5616	4118
	1.8	7827	8812	5169	3620
	1.1	6880	7790	4215	3069
30	2.8	1750	1838	1141	905
	1.8	1345	1857	748	966
	1.1	1149	1591	753	970
40	2.8	649	695	411	-
	1.8	553	727	-	-

Curve maestre

PARAMETRI CARATTERISTICI DELLE CURVE MAESTRE					
	S_{max} [MPa]	S_{min} [MPa]	β	γ	ΔH [J/mole]
Campioni da giratoria	13108	95	9.26	3.52	242
Carote	12184	95	10.39	4.52	166

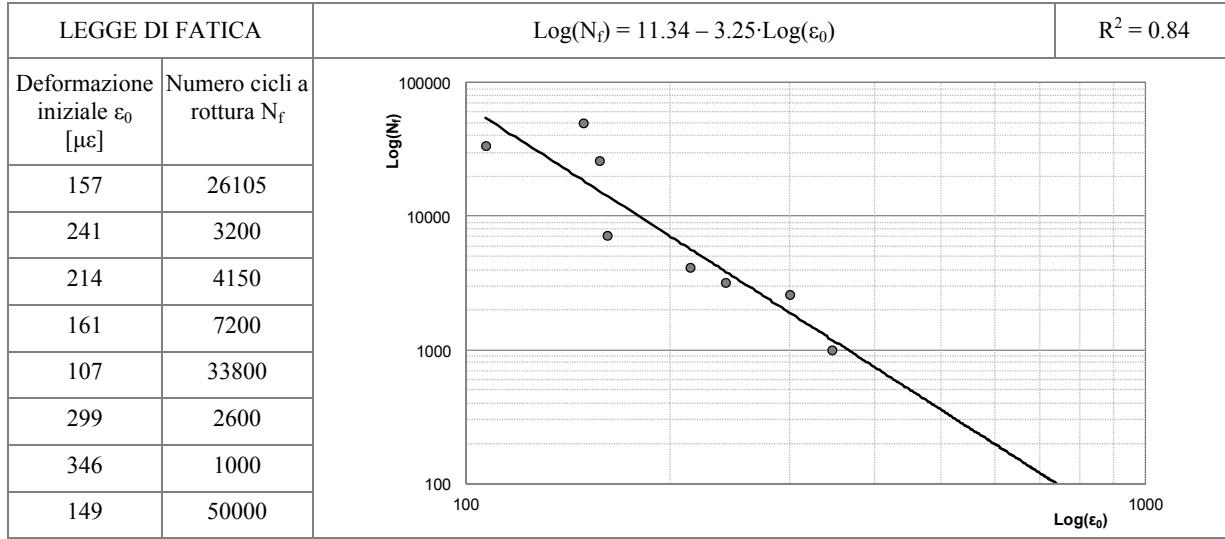


Temperatura [°C]	0			10			20		
Frequenza [Hz]	1	2	10	1	2	10	1	2	10
Campioni da giratoria	11205	11650	12382	7423	8248	9978	3466	4144	5953
Carote	6498	7426	9382	3331	4083	6123	1505	1910	3229



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

Legge di fatica

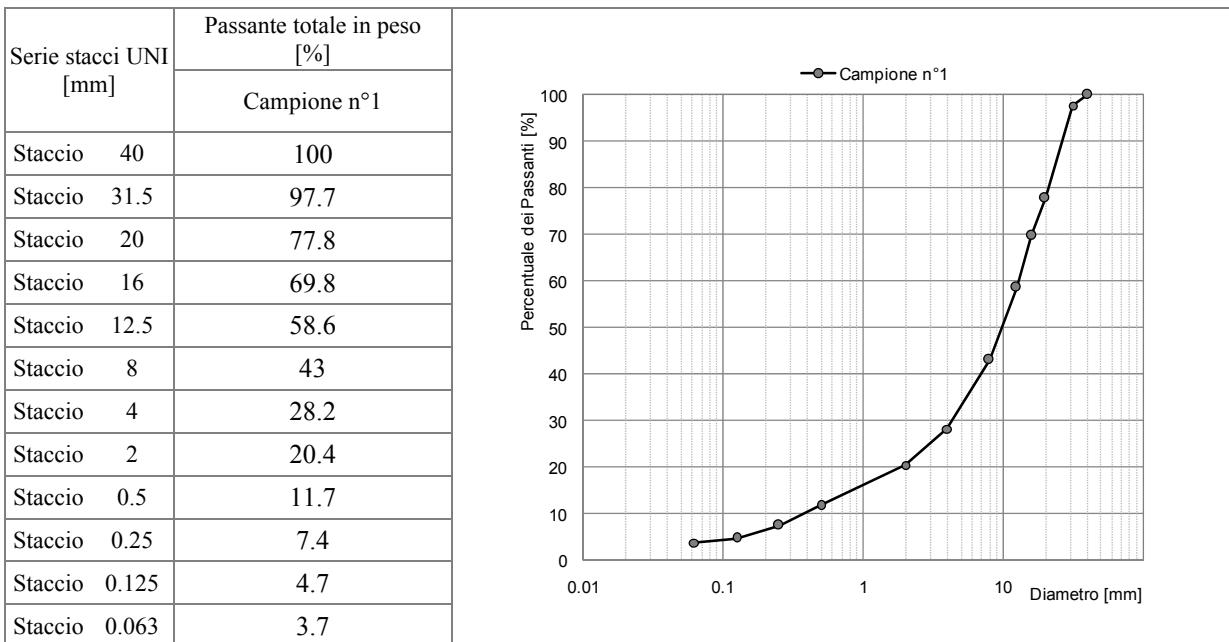




Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

4.1.3 STRATO DI BASE IN C.B. TRADIZIONALE A CALDO

Curva granulometrica



Caratteristiche composite delle carote prelevate in situ

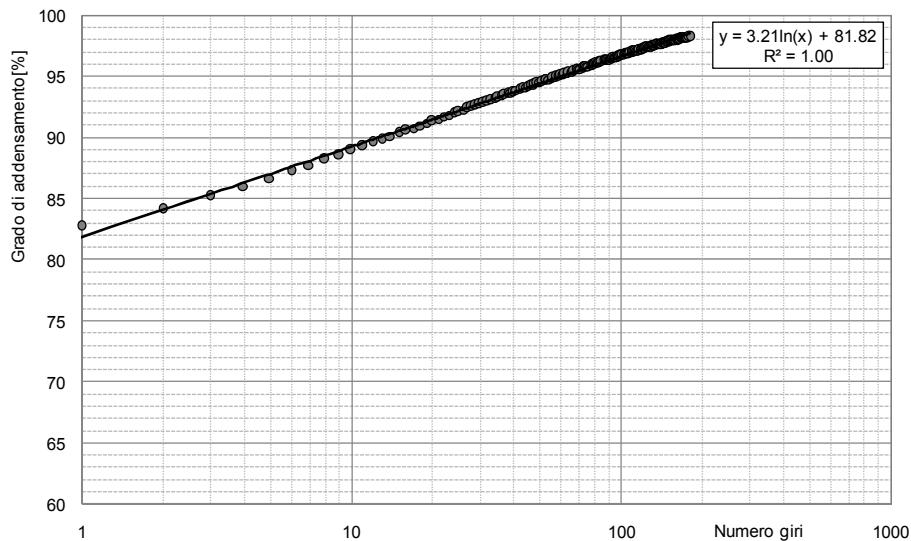
CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	Carota n°1	Carota n°2	Valori medi
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%	3.3	
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%	3.5	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³	2.509	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.364	2.377
Volume di bitume (V_b)	%	5.4	5.4
Volume dei vuoti (V_V)	%	5.8	5.3
Volume dell'aggregato (V_G)	%	88.8	89.3
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	11.2	10.7
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	48.1	50.7
			49.4

Caratteristiche composite della miscela addensata con pressa giratoria

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	N _{initial} =10	N _{initial} =100	N _{initial} =180
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%	3.3	
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%	3.5	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³	2.509	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.231	2.426
Volume di bitume (V_b)	%	5.1	5.5
Volume dei vuoti (V_V)	%	11.1	3.3
Volume dell'aggregato (V_G)	%	83.9	91.2
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	16.1	8.8
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	31.4	62.7
			76.3



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia



Curva di addensamento della miscela

Risultati della prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C su campioni non condizionati

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura kN	17.18	15.78	15.68	16.21
Spostamento di compressione a rottura mm	1.55	1.41	1.55	1.50
Resistenza a trazione indiretta ITS _{dry} N/mm ²	1.52	1.40	1.29	1.40
Deformazione unitaria di compressione a rottura -	0.0103	0.0094	0.0103	0.0100
Coefficiente di trazione indiretta CTI _{dry} N/mm ²	230.9	233.2	196.4	220.2

Risultati della prova di sensibilità all'acqua della miscela a 25°C

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura kN	18.83	12.34	11.58	14.25
Spostamento di compressione a rottura mm	1.99	1.95	1.68	1.87
Resistenza a trazione indiretta ITS _{wet} N/mm ²	1.60	1.09	1.08	1.26
Deformazione unitaria di compressione a rottura -	0.0133	0.0130	0.0112	0.0125
Coefficiente di trazione indiretta CTI _{wet} N/mm ²	189.3	131.8	151.5	157.5
Rapporto di resistenza a trazione indiretta ITSR %			90	

Caratteristiche di rigidezza della miscela

Moduli di rigidezza alle varie temperature e frequenze

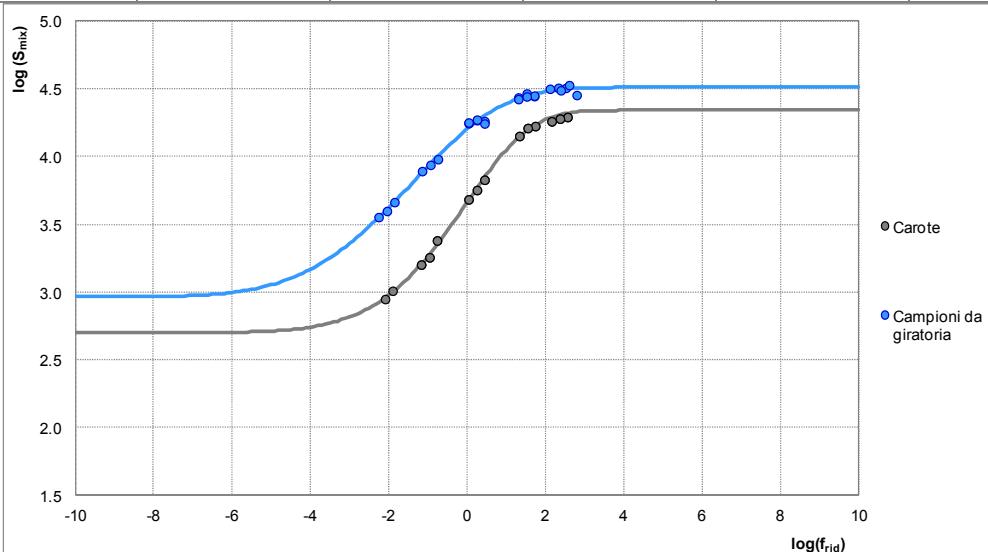
TEMPERATURA [°C]	FREQUENZA [MPa]	Moduli di Rigidezza M _R [MPa]			
		CAMPIONI DA GIRATORIA		CAROTE	
		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°1	Campione n°2
2	2.8	-	28457	-	-
	1.8	-	33704	-	-

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

TEMPERATURA [°C]	FREQUENZA [MPa]	Moduli di Rigidezza M_R [MPa]			
		CAMPIONI DA GIRATORIA		CAROTE	
		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°1	Campione n°2
4	1.1	-	30824	-	-
	2.8	32115	-	19589	19589
	1.8	32174	-	19049	19049
10	1.1	31648	-	18212	18212
	2.8	27921	28165	16801	16801
	1.8	29221	27778	16249	16249
20	1.1	27338	26548	14193	14193
	2.8	18282	17545	6744	6744
	1.8	18551	18740	5666	5666
30	1.1	17625	17858	4834	4834
	2.8	9568	-	2405	2405
	1.8	8689	-	1807	1807
40	1.1	7817	-	1596	1596
	2.8	4615	-	-	1023
	1.8	3969	-	-	889
	1.1	3579	-	-	-

Curve maestre

PARAMETRI CARATTERISTICI DELLE CURVE MAESTRE					
	S_{\max} [MPa]	S_{\min} [MPa]	β	γ	ΔH [J/mole]
Campioni da giratoria	32397	926	9.06	4.81	202
Carote	21932	502	10.19	7.01	206

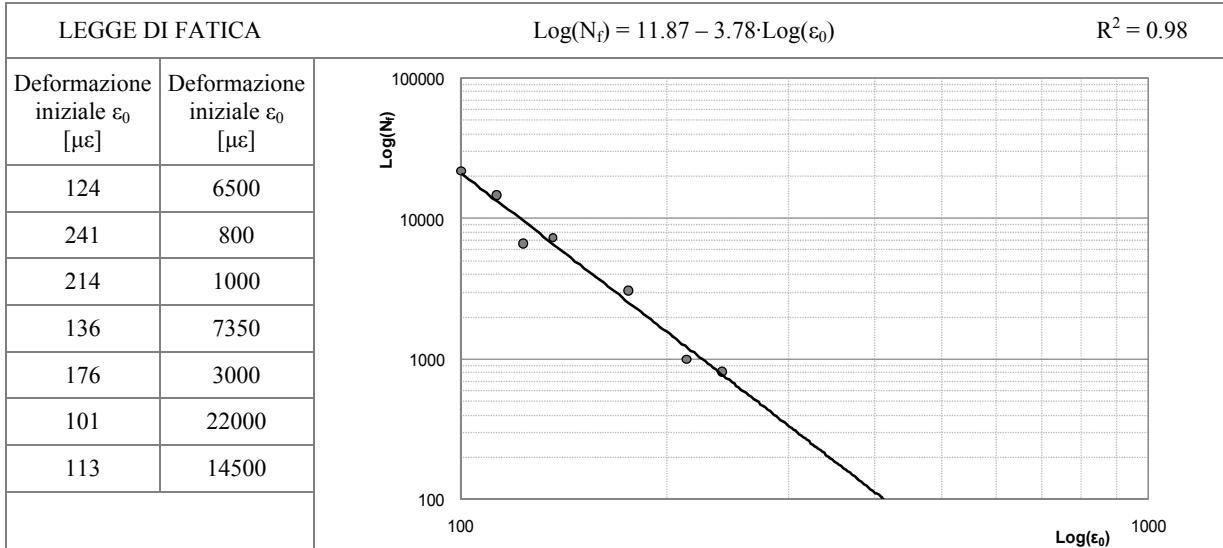


Temperatura [°C]	0			10			20		
	Frequenza [Hz]	1	2	10	1	2	10	1	2
Campioni da giratoria	31596	31952	32307	26438	28218	30881	15920	18596	24517
Carote	21160	21535	21895	13576	15793	19946	4566	6090	11096



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

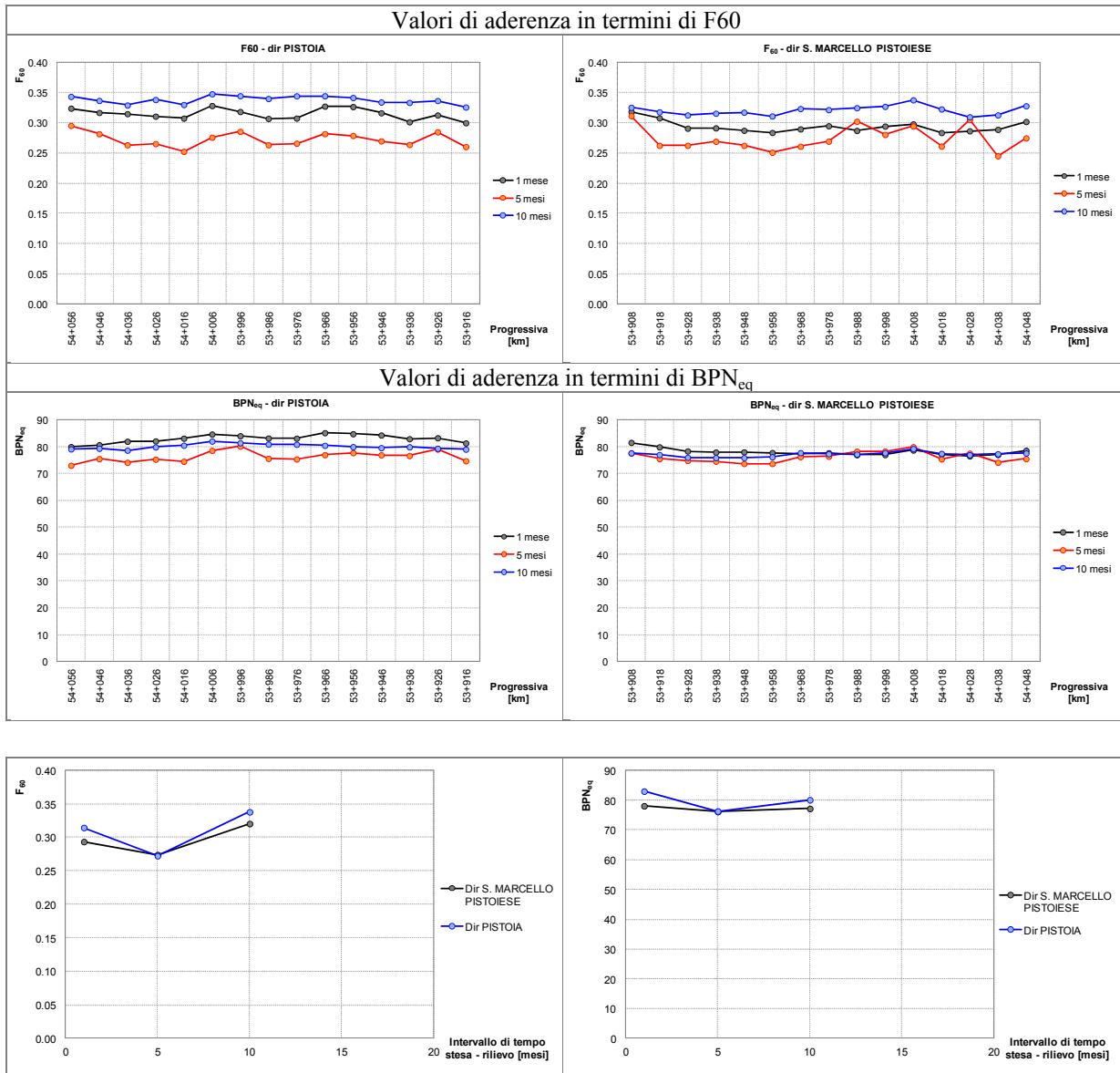
Legge di fatica



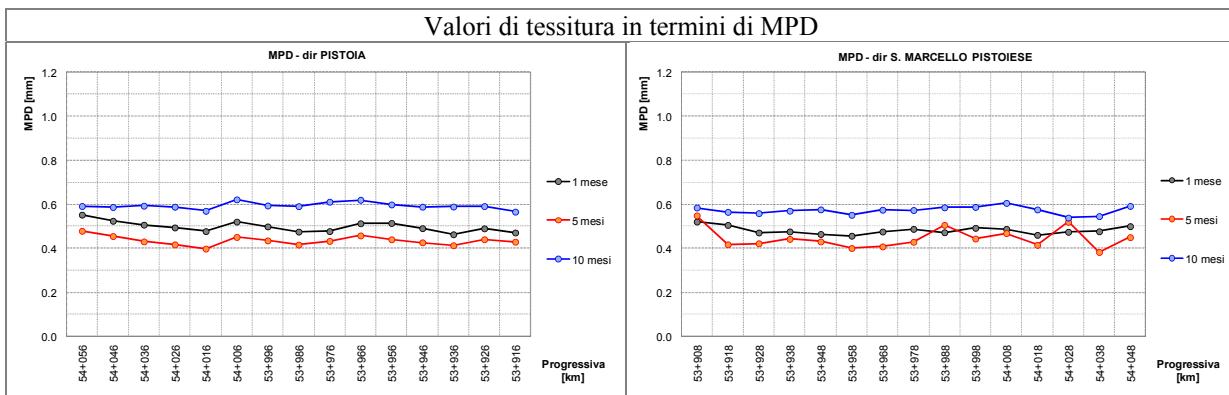
Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

4.2 MONITORAGGIO – PROVE IN SITO

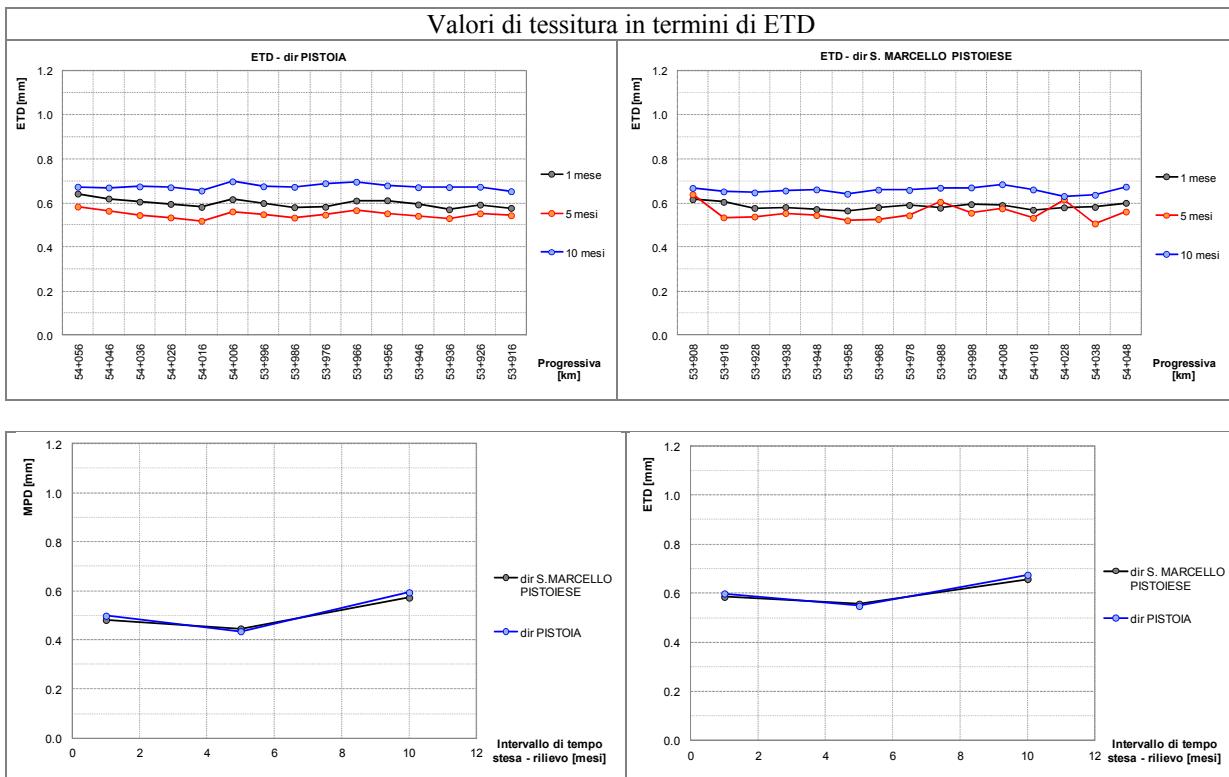
4.2.1 ADERENZA



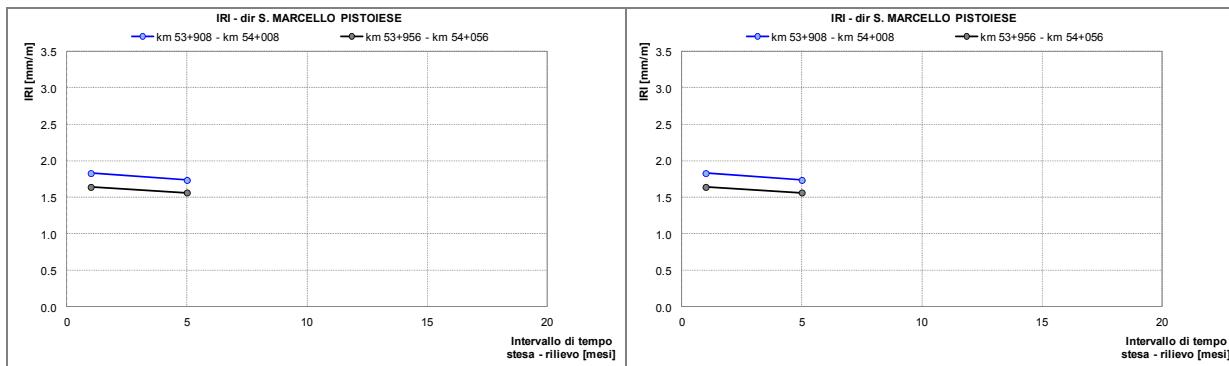
4.2.2 TESSITURA



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia



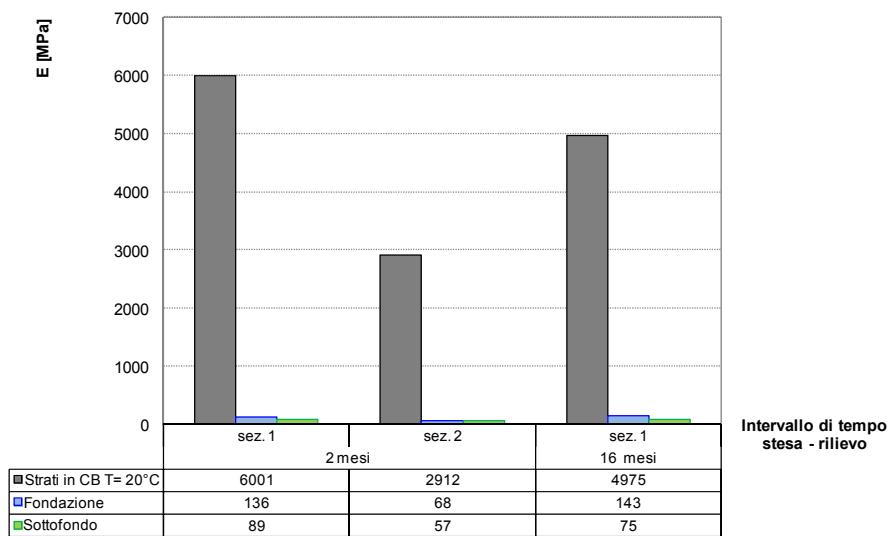
4.2.3 REGOLARITÀ LONGITUDINALE



4.2.4 MODULI ELASTICI DELLA PAVIMENTAZIONE

Intervallo di tempo stesa - rilievo	E_1 – strati in conglomerato bituminoso a $T=20$ °C	E_2 – strato di fondazione in misto granulare	E_3 – terreno di sottofondo
2 mesi (sez. 1)	6001	136	89
2 mesi (sez. 2)	2912	68	57
16 mesi (sez. 1)	4975	143	75
Media (sez. 1)	5488	140	82
Dev St (sez. 1)	725	5	10
COV [%](sez. 1)	13.2	3.6	12.2

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

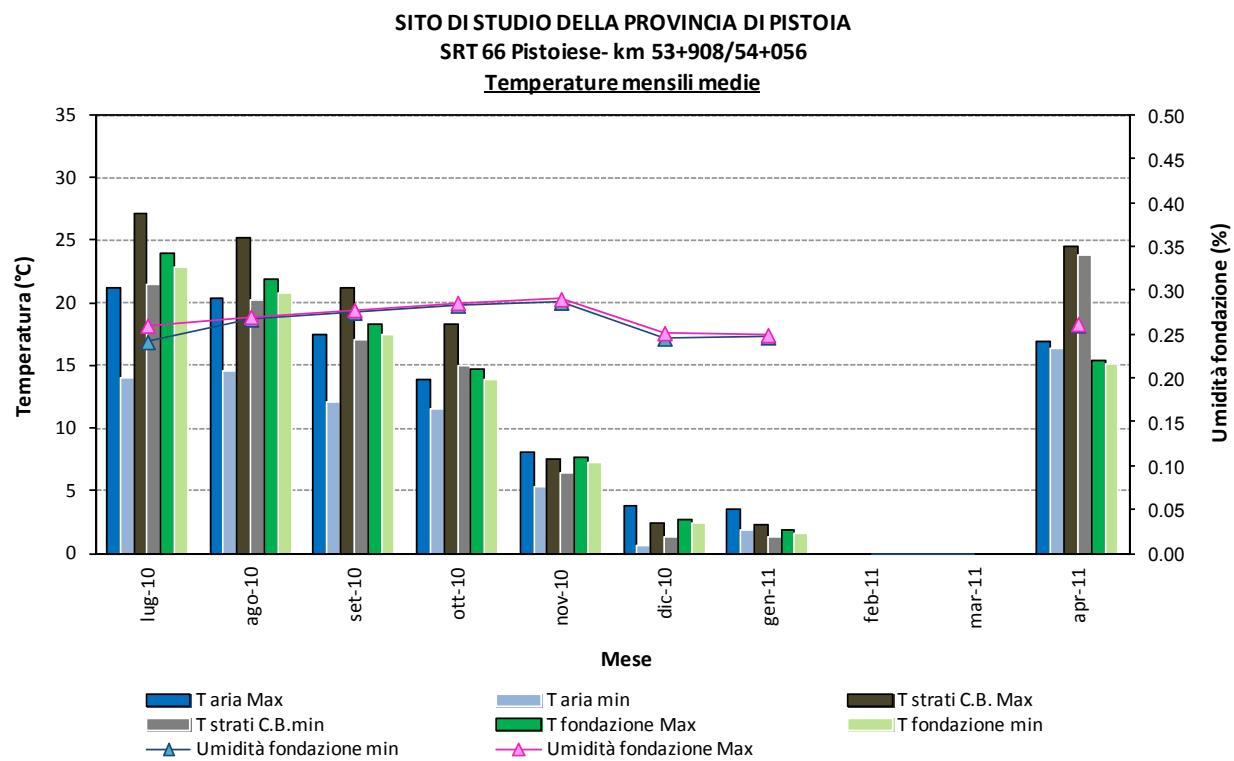


Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

4.2.5 FATTORI AMBIENTALI

ANNO	MESE	TEMPERATURA dell'ARIA			TEMPERATURA del CONGLOMERATO BITUMINOSO ⁽¹⁾			TEMPERATURA dello STRATO di FONDAZIONE ⁽²⁾			UMIDITÀ dello STRATO di FONDAZIONE ⁽²⁾		
		max	min	media	max	min	media	max	min	media	max	min	media
2010	Luglio	21.3	14.1	17.7	27.2	21.5	24.3	24.0	22.8	23.4	0.26	0.24	0.25
	Agosto	20.4	14.5	17.5	25.1	20.2	22.7	21.8	20.8	21.3	0.27	0.27	0.27
	Settembre	17.5	12.1	14.8	21.2	17.0	19.1	18.3	17.5	17.9	0.28	0.27	0.28
	Ottobre	13.9	11.6	12.5	18.3	15.0	16.7	14.7	13.9	14.4	0.29	0.28	0.28
	Novembre	8.0	5.3	6.7	7.5	6.4	7.0	7.7	7.3	7.5	0.29	0.29	0.29
	Dicembre	3.8	0.6	2.2	2.4	1.2	1.8	2.7	2.4	2.6	0.25	0.25	0.25
2011	Gennaio	3.5	1.9	2.7	2.3	1.3	1.8	1.9	1.6	1.8	0.25	0.25	0.25
	Febbraio	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	0	nr	nr	nr
	Marzo	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	0	nr	nr	nr
	Aprile	17.0	16.4	16.8	24.6	23.8	24.1	15.4	15.1	15.3	0.26	0.26	0.26

⁽¹⁾ Rilevata alla profondità di 9 cm dal piano stradale
⁽²⁾ Rilevata alla profondità di 19 cm dal piano stradale

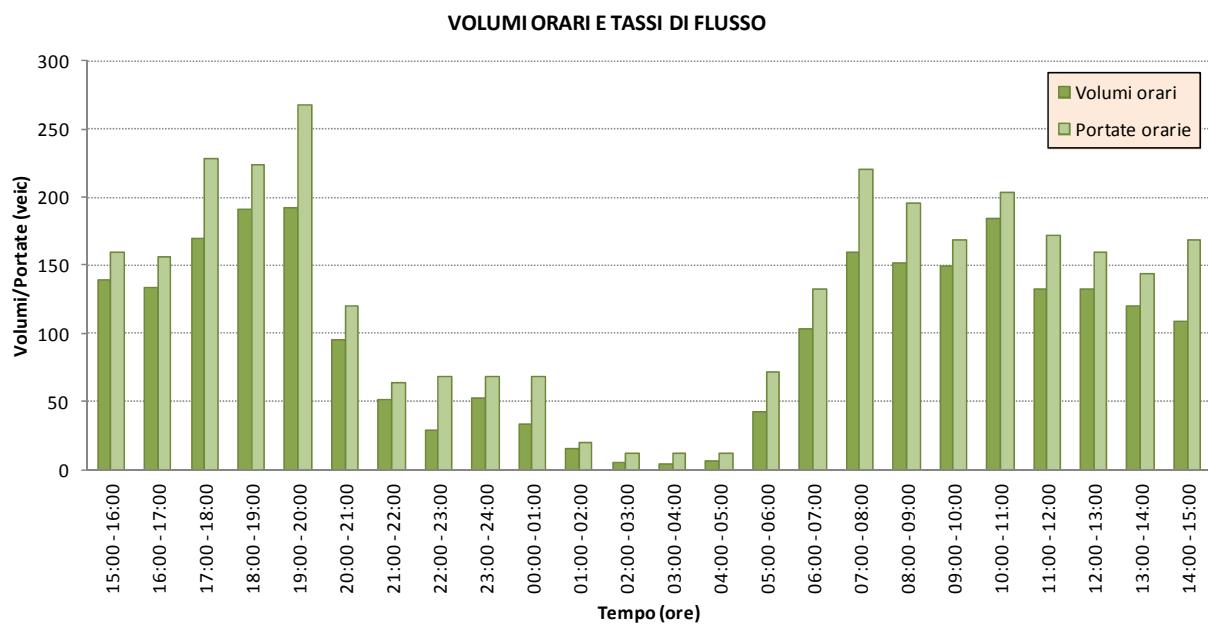




Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

4.2.6 DATI DI TRAFFICO

GIORNO	ORA	VOLUMI ORARI	VOLUMI LEGGERI	% MEZZI PESANTI	TASSI DI FLUSSO	PHF
06/10/2011	15:00 - 16:00	139	114	18	160	0.87
	16:00 - 17:00	134	116	13	156	0.86
	17:00 - 18:00	170	152	11	228	0.75
	18:00 - 19:00	191	175	8	224	0.85
	19:00 - 20:00	192	182	5	268	0.72
	20:00 - 21:00	95	90	5	120	0.79
	21:00 - 22:00	52	52	0	64	0.81
	22:00 - 23:00	29	29	0	68	0.43
	23:00 - 24:00	53	53	0	68	0.78
07/10/2011	00:00 - 01:00	33	31	6	68	0.49
	01:00 - 02:00	16	16	0	20	0.80
	02:00 - 03:00	5	5	0	12	0.42
	03:00 - 04:00	4	4	0	12	0.33
	04:00 - 05:00	7	6	14	12	0.58
	05:00 - 06:00	43	33	23	72	0.60
	06:00 - 07:00	103	90	13	132	0.78
	07:00 - 08:00	159	126	21	220	0.72
	08:00 - 09:00	152	111	27	196	0.78
	09:00 - 10:00	149	114	23	168	0.89
	10:00 - 11:00	184	142	23	204	0.90
	11:00 - 12:00	132	113	14	172	0.77
	12:00 - 13:00	132	115	13	160	0.83
	13:00 - 14:00	120	102	15	144	0.83
	14:00 - 15:00	109	91	17	168	0.65
TGM		2403	2062	14.2		

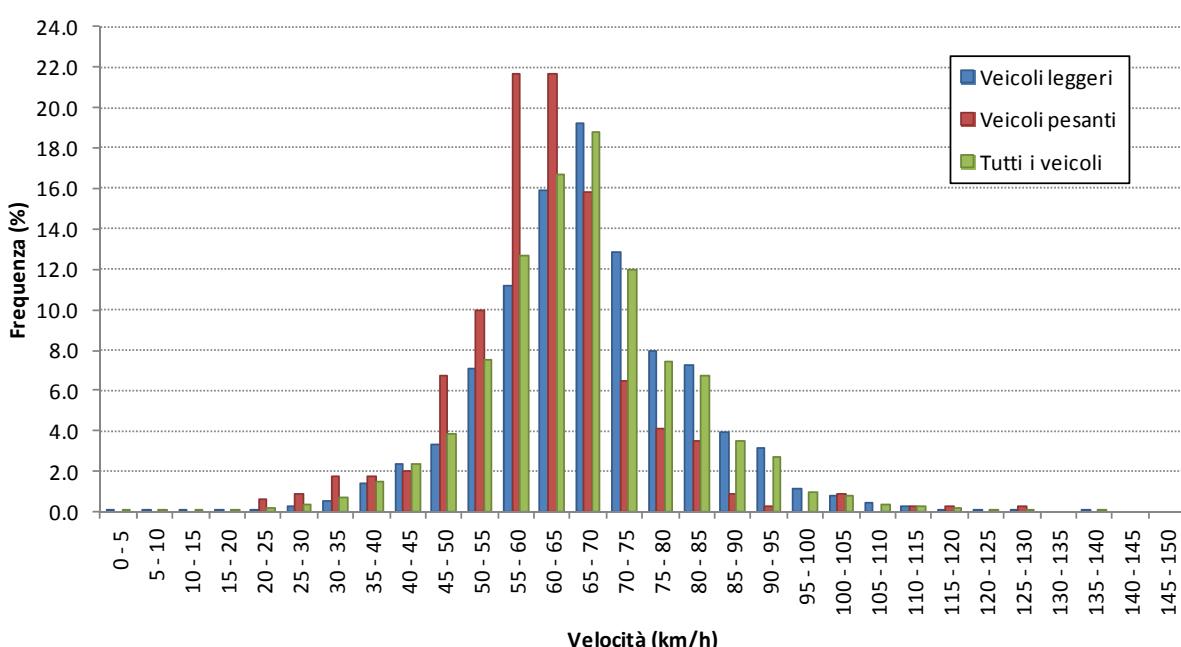




Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

CLASSI DI VELOCITA' (km/h)	TUTTI I VEICOLI		VEICOLI LEGGERI		VEICOLI PESANTI	
	FREQUENZA					
	Assoluta.	%	Assoluta.	%	Assoluta.	%
0 - 5	1	0.0	1	0.0	0	0.0
5 - 10	2	0.1	2	0.1	0	0.0
10 - 15	2	0.1	2	0.1	0	0.0
15 - 20	2	0.1	2	0.1	0	0.0
20 - 25	4	0.2	2	0.1	2	0.6
25 - 30	9	0.4	6	0.3	3	0.9
30 - 35	18	0.7	12	0.6	6	1.8
35 - 40	35	1.5	29	1.4	6	1.8
40 - 45	56	2.3	49	2.4	7	2.1
45 - 50	92	3.8	69	3.3	23	6.7
50 - 55	181	7.5	147	7.1	34	10.0
55 - 60	304	12.7	230	11.2	74	21.7
60 - 65	402	16.7	328	15.9	74	21.7
65 - 70	451	18.8	397	19.3	54	15.8
70 - 75	287	11.9	265	12.9	22	6.5
75 - 80	178	7.4	164	8.0	14	4.1
80 - 85	161	6.7	149	7.2	12	3.5
85 - 90	84	3.5	81	3.9	3	0.9
90 - 95	66	2.7	65	3.2	1	0.3
95 - 100	23	1.0	23	1.1	0	0.0
100 - 105	19	0.8	16	0.8	3	0.9
105 - 110	9	0.4	9	0.4	0	0.0
110 - 115	7	0.3	6	0.3	1	0.3
115 - 120	4	0.2	3	0.1	1	0.3
120 - 125	2	0.1	2	0.1	0	0.0
125 - 130	3	0.1	2	0.1	1	0.3
130 - 135	0	0.0	0	0.0	0	0.0
135 - 140	1	0.0	1	0.0	0	0.0
140 - 145	0	0.0	0	0.0	0	0.0
VELOCITA' (km/h)						
MEDIA	67.2		68.1		61.9	
DEV. ST.	14.2		14.2		13.0	
85° PERCENTILE	81.0		82.0		72.0	

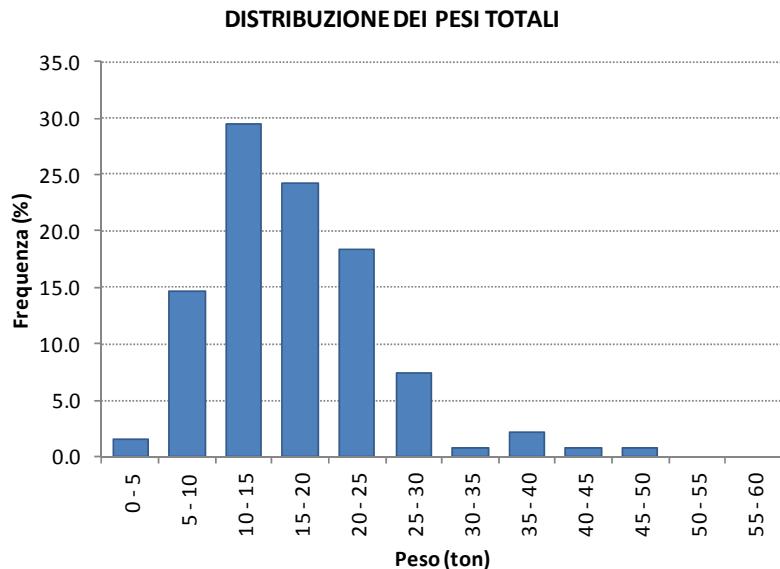
DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITA' - veicoli leggeri e pesanti



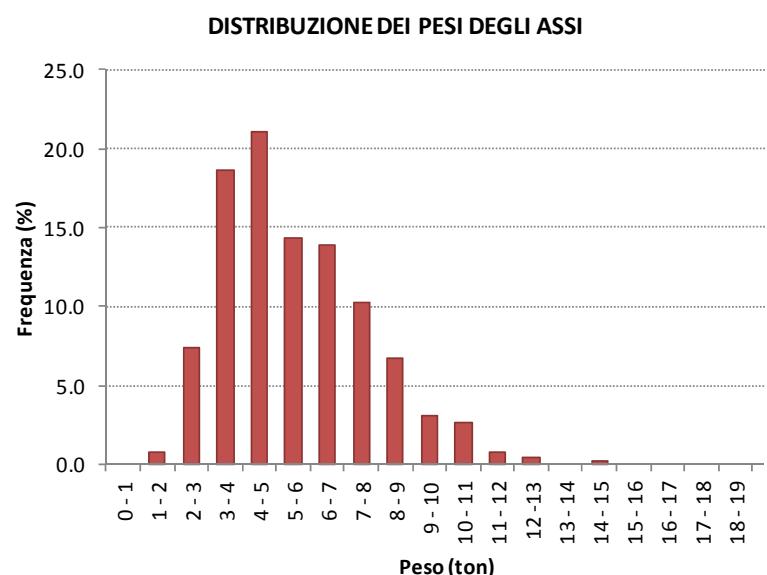


Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

PESI TOTALI		
CLASSI DI PESO (ton)	FREQUENZA	
	Assoluta.	%
0 - 5	2	1.5
5 - 10	20	14.7
10 - 15	40	29.4
15 - 20	33	24.3
20 - 25	25	18.4
25 - 30	10	7.4
30 - 35	1	0.7
35 - 40	3	2.2
40 - 45	1	0.7
45 - 50	1	0.7
50 - 55	0	0.0



PESI SINGOLI ASSI		
CLASSI DI PESO (ton)	FREQUENZA	
	Assoluta.	%
1 - 2	3	0.7
2 - 3	31	7.4
3 - 4	78	18.6
4 - 5	88	21.0
5 - 6	60	14.3
6 - 7	58	13.8
7 - 8	43	10.3
8 - 9	28	6.7
9 - 10	13	3.1
10 - 11	11	2.6
11 - 12	3	0.7
12 - 13	2	0.5
13 - 14	0	0.0
14 - 15	1	0.2
15 - 16	0	0.0



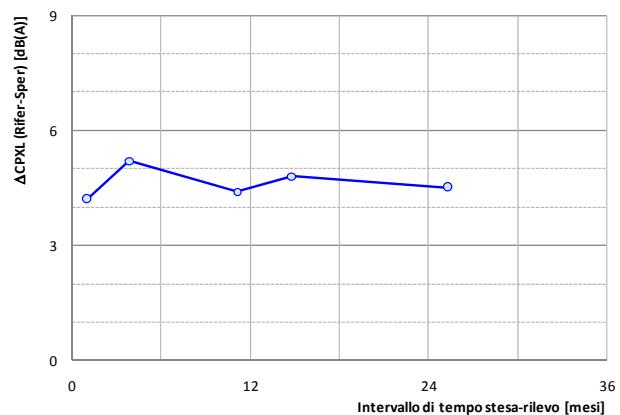
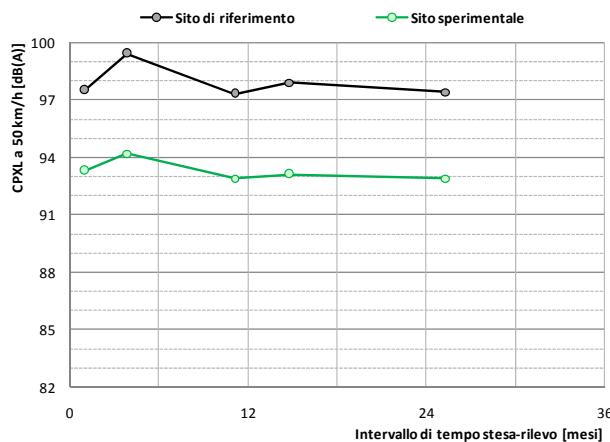
4.2.7 PRESTAZIONI ACUSTICHE

4.2.7.1 Rumore da rotolamento – CPX

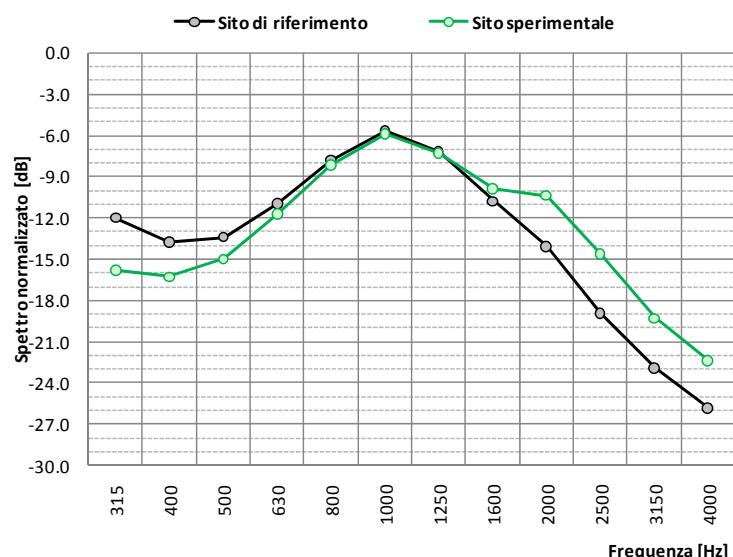
Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livello di rumore da rotolamento – CPXL a 50 km/h [dB(A)]		
		Sito di riferimento	Sito sperimentale	Differenza sito rifer-sito sperim
luglio-10	1	97.5	93.3	4.2
ottobre-10	4	99.4	94.2	5.2
maggio-11	11	97.3	92.9	4.4
settembre-11	15	97.9	93.1	4.8
luglio-12	25	97.4	92.9	4.5

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livello di rumore da rotolamento – CPXL a 50 km/h [dB(A)]		
		Sito di riferimento	Sito sperimentale	Differenza sito rifer-sito sperim
Media		97.9	93.3	4.6
Dev St		0.9	0.5	0.4
COV [%]		0.9	0.6	8.4



Spettri normalizzati		
Frequenza [Hz]	Sito di riferimento [dB]	Sito Sperimentale [dB]
315	-12.0	-15.8
400	-13.8	-16.3
500	-13.4	-15.0
630	-11.0	-11.7
800	-7.8	-8.2
1000	-5.7	-5.9
1250	-7.2	-7.3
1600	-10.8	-9.9
2000	-14.1	-10.4
2500	-18.9	-14.6
3150	-22.9	-19.3
4000	-25.8	-22.4

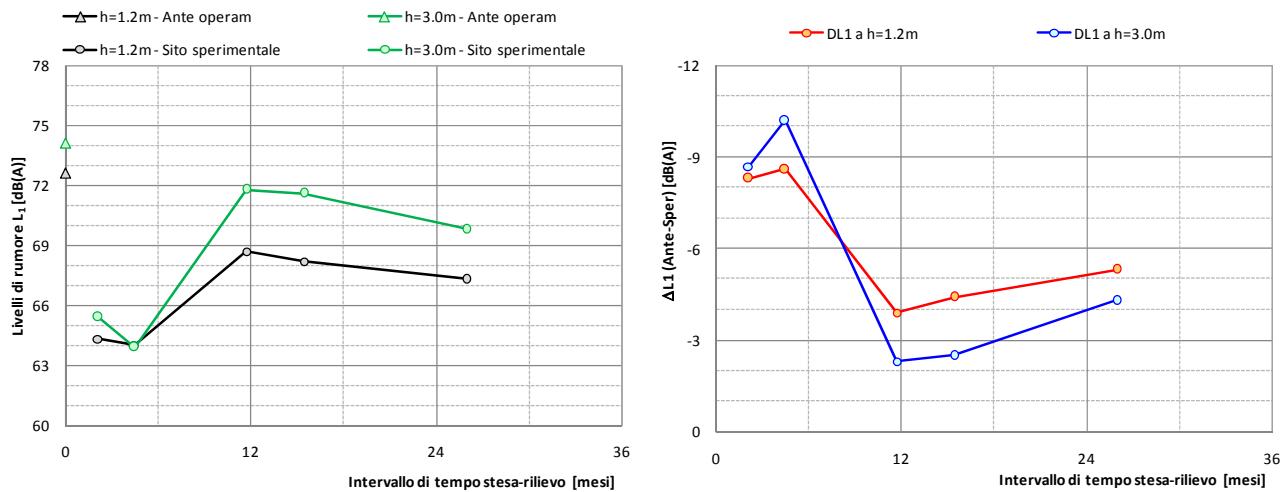


4.2.7.2 Livello di rumore a bordo strada – SPB

Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livelli di rumore L1 a 50 km/h [dB(A)]			
		L ₁ a h= 1.2 m	ΔL ₁ a h= 1.2 m	L ₁ a h= 3.0 m	ΔL ₁ a h= 3.0 m
novembre-05	Ante operam	72.6		74.1	
agosto-10	2	64.3	-8.3	65.4	-8.7
ottobre-10	5	64.0	-8.6	63.9	-10.2
maggio-11	12	68.7	-3.9	71.8	-2.3
settembre-11	15	68.2	-4.4	71.6	-2.5

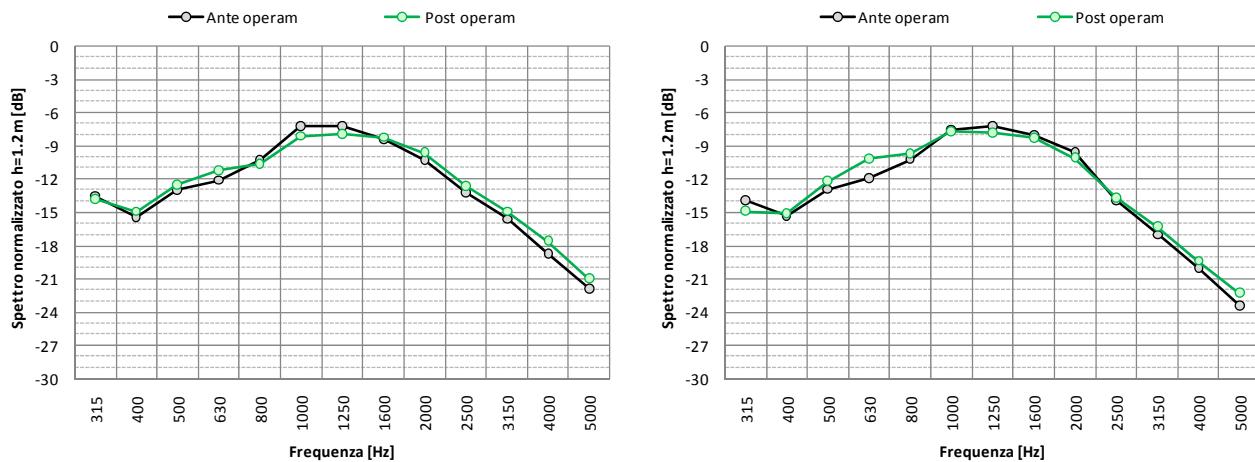
Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia

Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livelli di rumore L1 a 50 km/h [dB(A)]			
		L1 a h= 1.2 m	ΔL1 a h= 1.2 m	L1 a h= 3.0 m	ΔL1 a h= 3.0 m
luglio-12	26	67.3	-5.3	69.8	-4.3



Frequenza [Hz]	Spettri normalizzati a 50 km/h			
	h=1.2 m		h=3.0 m	
	Ante operam [dB]	Post operam [dB]	Ante operam [dB]	Post operam [dB]
315	-13.5	-13.8	-13.9	-14.9
400	-15.4	-14.9	-15.3	-15.1
500	-13.0	-12.5	-12.9	-12.2
630	-12.1	-11.2	-11.9	-10.2
800	-10.3	-10.6	-10.2	-9.7
1000	-7.2	-8.1	-7.5	-7.7
1250	-7.2	-7.9	-7.2	-7.8
1600	-8.4	-8.2	-8.0	-8.3
2000	-10.3	-9.6	-9.6	-10.1
2500	-13.2	-12.6	-13.9	-13.7
3150	-15.6	-14.9	-17.0	-16.3
4000	-18.7	-17.6	-20.0	-19.4
5000	-21.9	-21.0	-23.4	-22.3

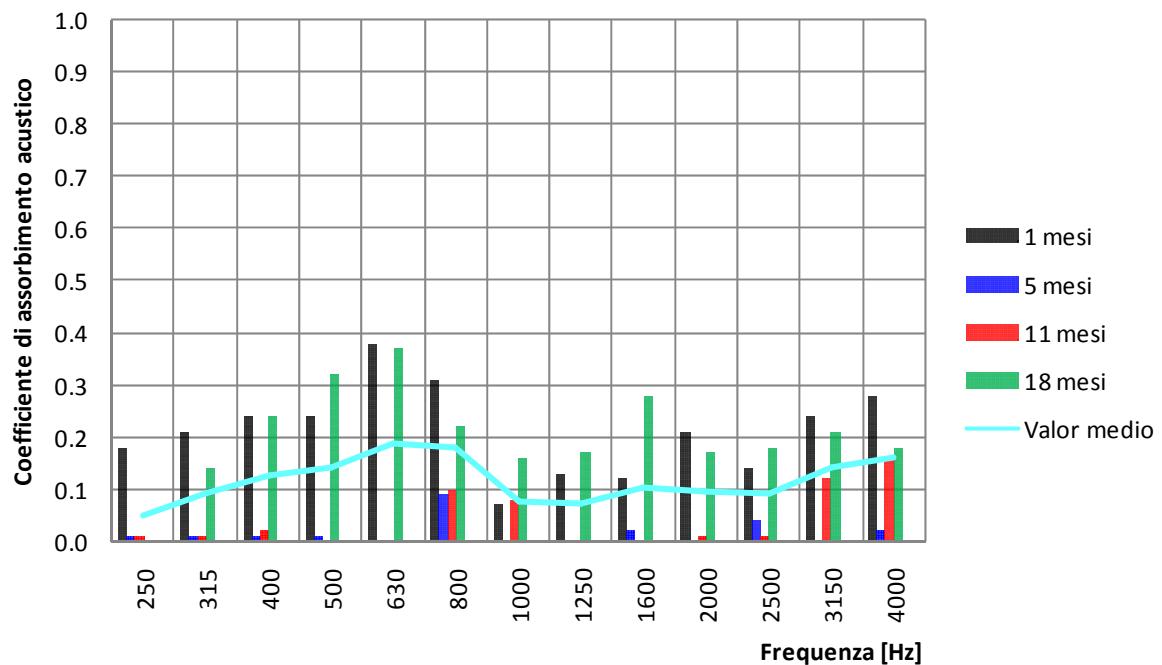
Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia



4.2.7.3 Coefficiente di assorbimento acustico – metodo Adrienne

Frequenza [Hz]	Coefficiente di assorbimento acustico					Valor medio	
	Intervallo di tempo stesa-rilievo						
	1 mesi	5 mesi	11 mesi	18 mesi			
250	0.18	0.01	0.01	0.00		0.05	
315	0.21	0.01	0.01	0.14		0.09	
400	0.24	0.01	0.02	0.24		0.13	
500	0.24	0.01	0.00	0.32		0.14	
630	0.38	0.00	0.00	0.37		0.19	
800	0.31	0.09	0.10	0.22		0.18	
1000	0.07	0.00	0.08	0.16		0.08	
1250	0.13	0.00	0.00	0.17		0.08	
1600	0.12	0.02	0.00	0.28		0.11	
2000	0.21	0.00	0.01	0.17		0.10	
2500	0.14	0.04	0.01	0.18		0.09	
3150	0.24	0.00	0.12	0.21		0.14	
4000	0.28	0.02	0.16	0.18		0.16	

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pistoia



5. SITO DI PISA

Localizzazione del sito	SRT 439 "Sarzanese Valdera" dal km 79+208 / 79+408 Loc. La Sterza
Tipologia	SITO PIANURA (60 m s.l.m.)



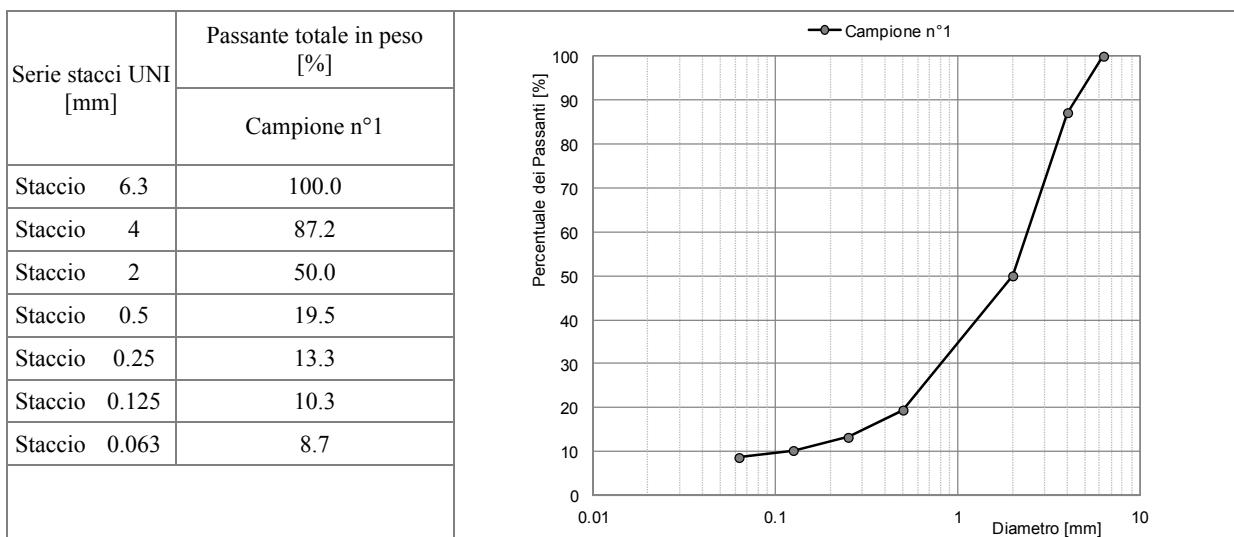
Composizione della sovrastruttura

STRATO	SPESSORE	MATERIALE
USURA	4 cm	Manto di usura realizzato con conglomerato bituminoso tipo dense graded con argilla espansa
BINDER	5 cm	Strato di binder realizzato con conglomerato bituminoso ad elevata durata a fatica
BASE	15 cm	Strato di base ottenuto da stabilizzazione con bitume schiumato e cemento di materiali ottenuti dalla pavimentazione esistente

5.1 CARATTERIZZAZIONE DELLE MISCELE

5.1.1 MANTO DI USURA REALIZZATO CON CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO DENSE GRADED CON ARGILLA ESPANSA

Curva granulometrica



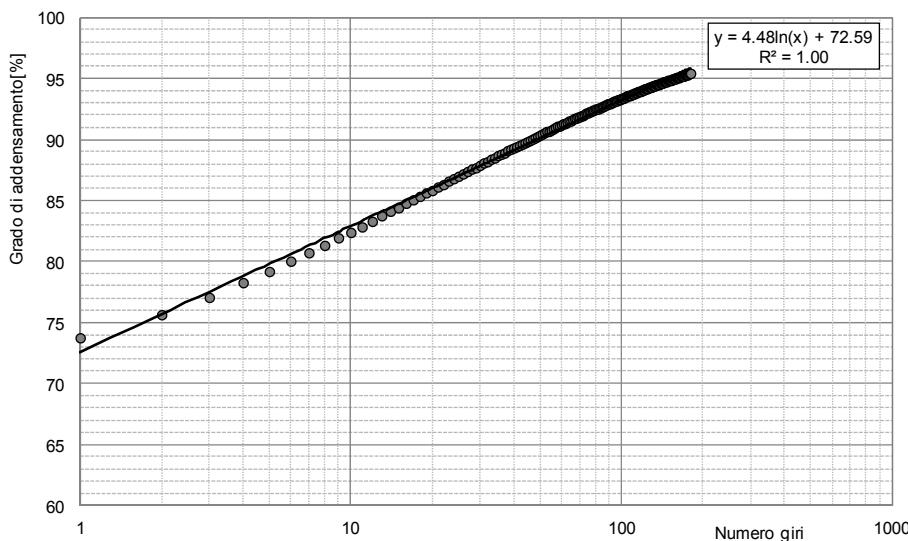
Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

Caratteristiche composite delle carote prelevate in situ

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	Carota n°1	Carota n°2	Valori medi
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%	8.5	
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%	9.3	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³	1.779	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	1.626	1.649
Volume di bitume (V_b)	%	9.5	10.8
Volume dei vuoti (V_V)	%	8.6	5.1
Volume dell'aggregato (V_G)	%	81.9	84.1
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	18.1	15.9
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	52.5	67.8
			60.2

Caratteristiche composite della miscela addensata con pressa giratoria

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	N _{initial} =10	N _{design} =100	N _{maximum} =180
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%	8.5	
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%	9.3	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³	1.761	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	1.451	1.680
Volume di bitume (V_b)	%	9.3	10.6
Volume dei vuoti (V_V)	%	17.6	6.6
Volume dell'aggregato (V_G)	%	73.0	82.8
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	27.0	17.2
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	34.7	61.5
			70.3



Curva di addensamento della miscela



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

Risultati della prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C su campioni non condizionati

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione	Campione	Campione	Campione	Valori
		n°1	n°2	n°3	n°4	medi
Sollecitazione di rottura	kN	9.07	9.45	8.91	8.71	9.04
Spostamento di compressione a rottura	mm	1.39	1.37	1.41	1.49	1.42
Resistenza a trazione indiretta ITS_{dry}	N/mm ²	1.28	1.32	1.22	1.23	1.26
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0139	0.0137	0.0141	0.0149	0.0142
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{dry}	N/mm ²	145.0	151.6	135.9	129.9	140.6

Risultati della prova di sensibilità all'acqua della miscela a 25°C

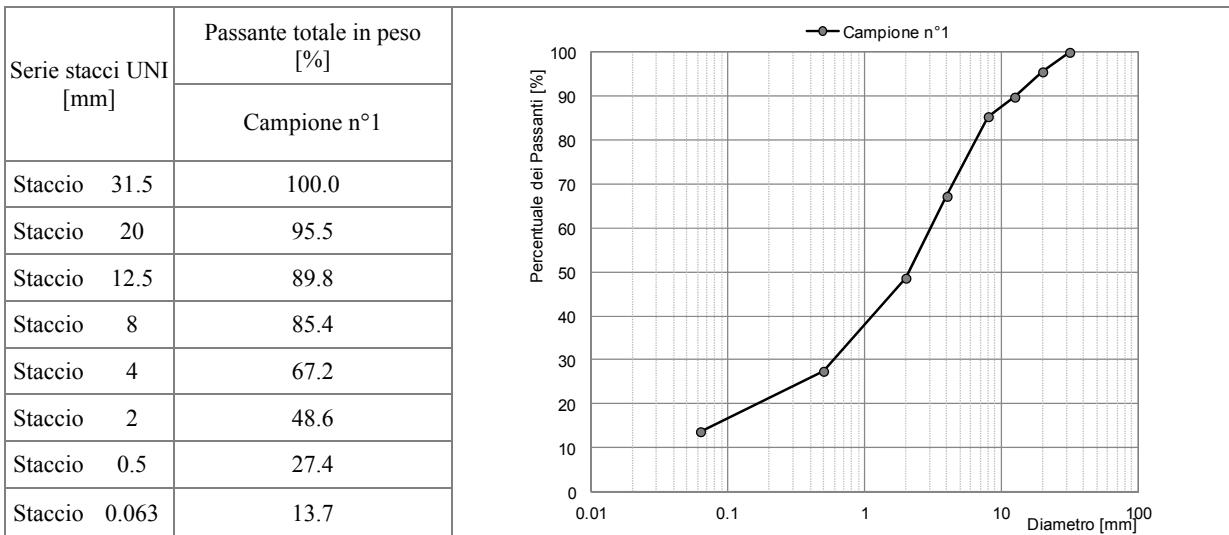
CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione	Campione	Campione	Campione	Valori
		n°1	n°2	n°3	n°4	medi
Sollecitazione di rottura	kN	9.43	7.09	8.13	7.64	8.07
Spostamento di compressione a rottura	mm	1.75	1.87	1.48	1.74	1.71
Resistenza a trazione indiretta ITS_{wet}	N/mm ²	1.29	1.00	1.16	1.09	1.14
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0175	0.0187	0.0148	0.0174	0.0171
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{wet}	N/mm ²	115.9	84.3	123.4	98.7	105.6
Rapporto di resistenza a trazione indiretta $ITSR$	%	90				



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

5.1.2 STRATO DI BINDER IN C.B. AD ELEVATA DURATA A FATICA

Curva granulometrica



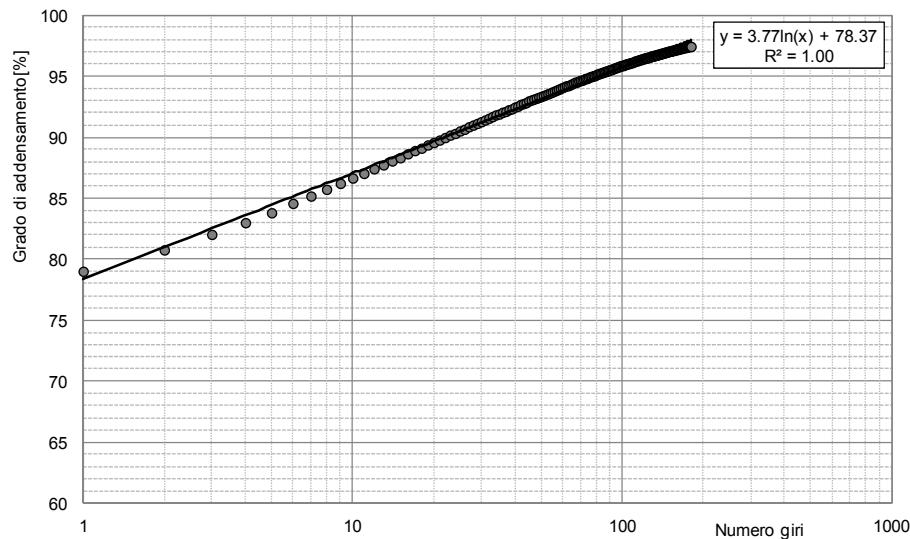
Caratteristiche composite delle carote prelevate in situ

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	Carota n°1	Carota n°2	Valori medi
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%		5.4
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%		5.7
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³		2.425
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.260	2.222
Volume di bitume (V_b)	%	10.9	10.7
Volume dei vuoti (V_V)	%	6.8	8.4
Volume dell'aggregato (V_G)	%	82.3	80.9
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	17.7	19.1
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	61.5	56.2
			58.9

Caratteristiche composite della miscela addensata con pressa giratoria

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	N _{initial} =10	N _{design} =100	N _{maximum} =180
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%		5.4
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%		5.7
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³		2.425
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.101	2.325
Volume di bitume (V_b)	%	10.1	11.2
Volume dei vuoti (V_V)	%	13.3	4.1
Volume dell'aggregato (V_G)	%	76.5	84.7
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	23.5	15.3
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	43.2	73.1
			81.6

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa



Curva di addensamento della miscela

Risultati della prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C su campioni non condizionati

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	23.00	24.37	27.66	25.01
Spostamento di compressione a rottura	mm	0.74	0.83	0.69	0.75
Resistenza a trazione indiretta ITS_{dry}	N/mm ²	1.79	1.82	1.92	1.84
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0049	0.0055	0.0046	0.0050
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{dry}	N/mm ²	570.3	515.1	657.2	580.9

Risultati della prova di sensibilità all'acqua della miscela a 25°C

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	22.66	22.70	22.08	22.48
Spostamento di compressione a rottura	mm	1.07	1.01	1.15	1.08
Resistenza a trazione indiretta ITS_{wet}	N/mm ²	1.56	1.65	1.63	1.61
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0071	0.0067	0.0077	0.0072
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{wet}	N/mm ²	344.4	384.2	333.9	354.2
Rapporto di resistenza a trazione indiretta $ITSR$	%				88

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

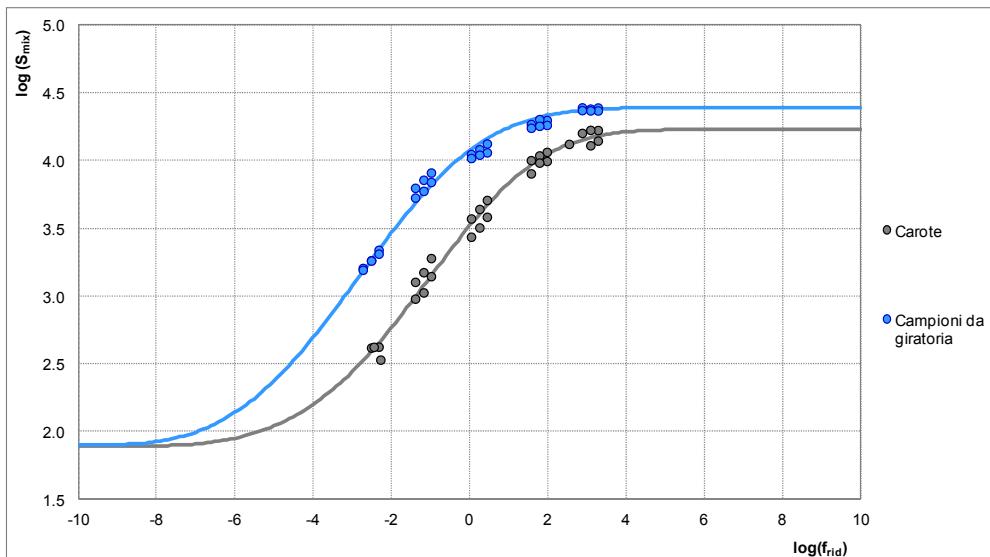
Caratteristiche di rigidezza della miscela

Moduli di rigidezza alle varie temperature e frequenze

TEMPERATURA [°C]	FREQUENZA [MPa]	Moduli di Rigidezza M_R [MPa]			
		CAMPIONI DA GIRATORIA		CAROTE	
		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°1	Campione n°2
2	2.8	24602	23402	16792	14029
	1.8	24150	23428	16830	12951
	1.1	24661	23536	15984	13259
4	2.8	19897	18316	11583	9919
	1.8	20211	18043	10902	9655
	1.1	18573	17447	10066	8036
10	2.8	13352	11485	5117	3844
	1.8	12115	11041	4390	3206
	1.1	11161	10435	3734	2739
30	2.8	8150	6950	1907	1401
	1.8	7210	5973	1499	1064
	1.1	6286	5327	1273	957
40	2.8	2193	2054	423	422
	1.8	1837	1827	417	340
	1.1	1611	1563	-	-

Curve maestre

PARAMETRI CARATTERISTICI DELLE CURVE MAESTRE					
	S_{\max} [MPa]	S_{\min} [MPa]	β	γ	ΔH [J/mole]
Campioni da giratoria	24602	79	8.03	3.30	243
Carote	16955	78	9.60	4.17	243

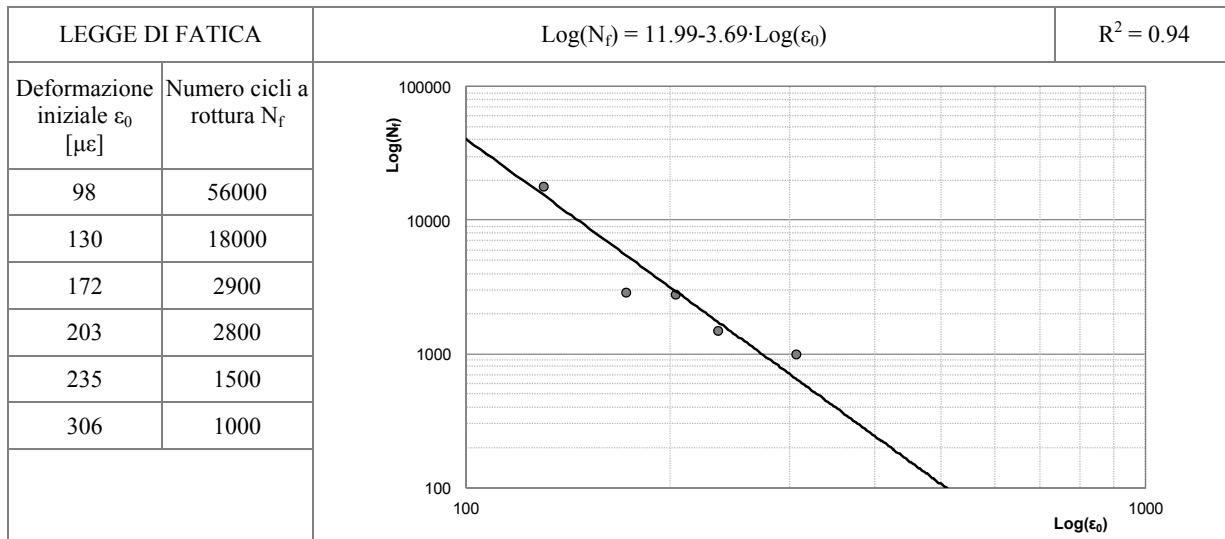


Moduli di Rigidezza M_R [MPa]									
Temperatura [°C]	0			10			20		
Frequenza [Hz]	1	2	10	1	2	10	1	2	10
Campioni da giratoria	23763	24033	24391	19875	20979	22813	11824	13596	17464
Carote	14923	15523	16394	9042	10358	13096	3274	4152	6742



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

Legge di fatica

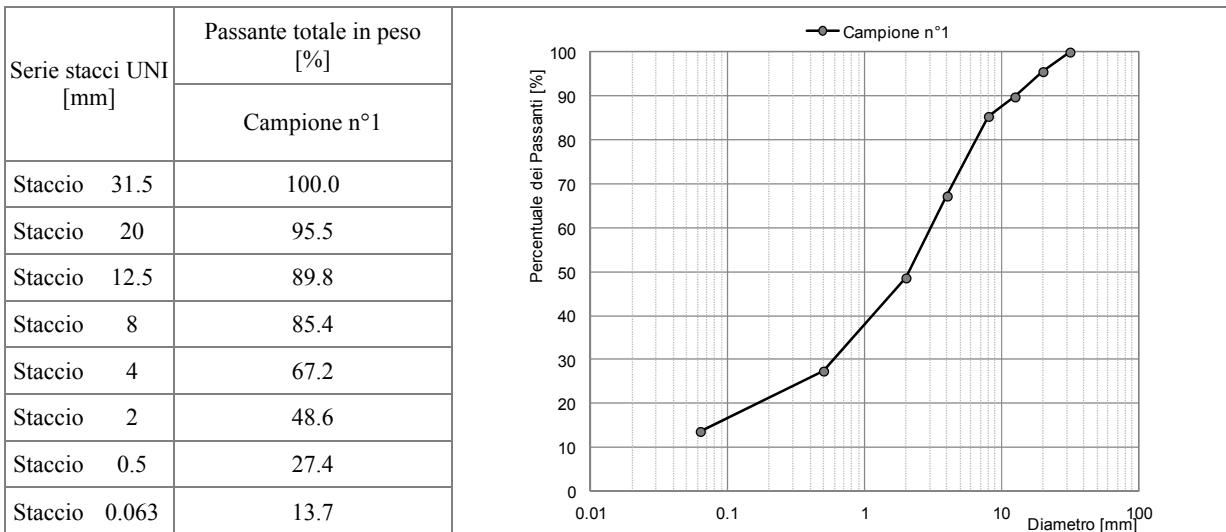




Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

5.1.3 STRATO DI BASE OTTENUTI DA STABILIZZAZIONE CON BITUME SCHIUMATO E CEMENTO DI MATERIALI PROVENIENTI DALLA PAVIMENTAZIONE ESISTENTE

Curva granulometrica



Caratteristiche volumetriche

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE	Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Campione n°4	Valori medi
Massa volumica secca di progetto D_G	kg/dm ³	2.259	2.246		2.252
Massa volumica secca in situ D_S	kg/dm ³	2.170	2.064	2.059	2.112
Grado di addensamento in situ $G = D_S/D_G$	%	93.3			

Risultati della prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C su campioni non condizionati

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	4.54	5.47	4.42
Spostamento di compressione a rottura	mm	0.65	0.37	0.68
Resistenza a trazione indiretta ITS_{dry}	N/mm ²	0.37	0.42	0.35
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0043	0.0025	0.0045
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{dry}	N/mm ²	133.0	268.8	121.5
				145.4

Risultati della prova di sensibilità all'acqua della miscela a 25°C

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	4.05	4.23	3.90
Spostamento di compressione a rottura	mm	0.25	0.27	0.31
Resistenza a trazione indiretta ITS_{wet}	N/mm ²	0.32	0.35	0.32



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0029	0.0035	0.0039	0.0031
Coefficiente di trazione indiretta CTI _{wet}	N/mm ²	172.1	156.5	129.3	164.1
Rapporto di resistenza a trazione indiretta ITSR	%			87	

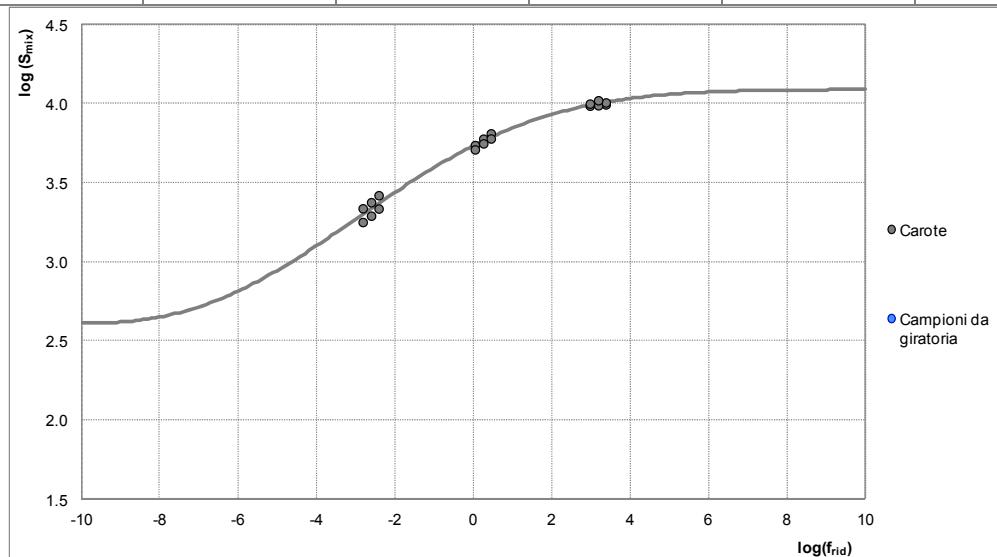
Caratteristiche di rigidezza della miscela

Moduli di rigidezza alle varie temperature e frequenze

TEMPERATURA [°C]	FREQUENZA [MPa]	MODULI DI RIGIDEZZA M _R [MPa]	
		Carota n°1	Carota n°2
2	2.8	9885	10179
	1.8	9755	10501
	1.1	9705	10003
20	2.8	6487	6018
	1.8	6003	5605
	1.1	5469	5135
40	2.8	2635	2171
	1.8	2380	1955
	1.1	2178	1783

Curve maestre

PARAMETRI CARATTERISTICI DELLE CURVE MAESTRE					
	S _{max} [MPa]	S _{min} [MPa]	β	γ	ΔH [J/mole]
Carote	12262	408	8.67	2.47	251

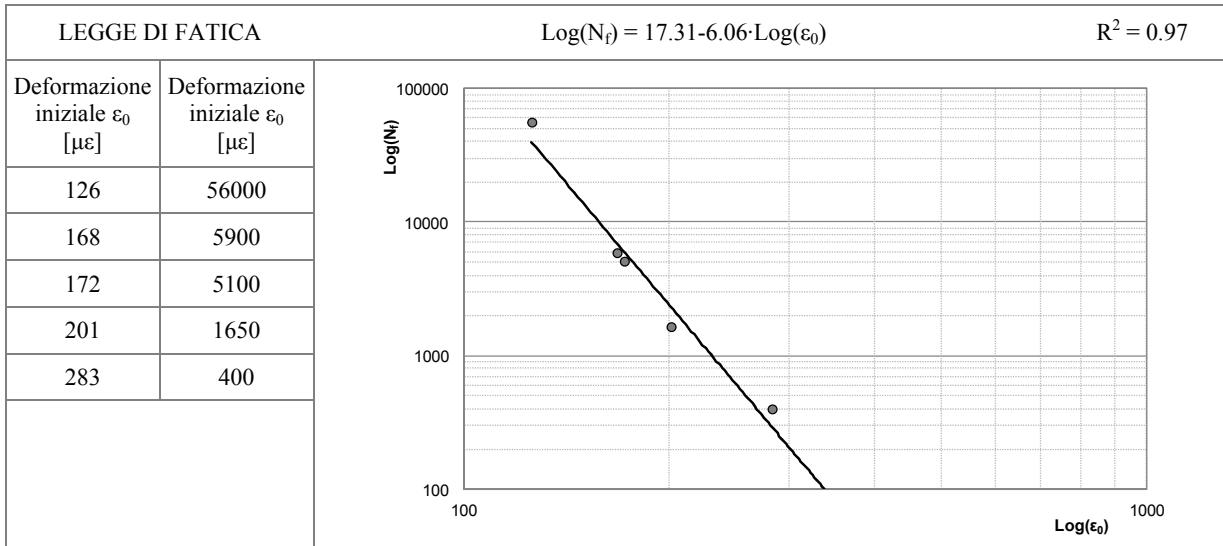


Moduli di Rigidezza M _R [MPa]									
Temperatura [°C]	0			10			20		
Frequenza [Hz]	1	2	10	1	2	10	1	2	10
Carote	10110	10408	10987	7897	8345	9301	5396	5871	-



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

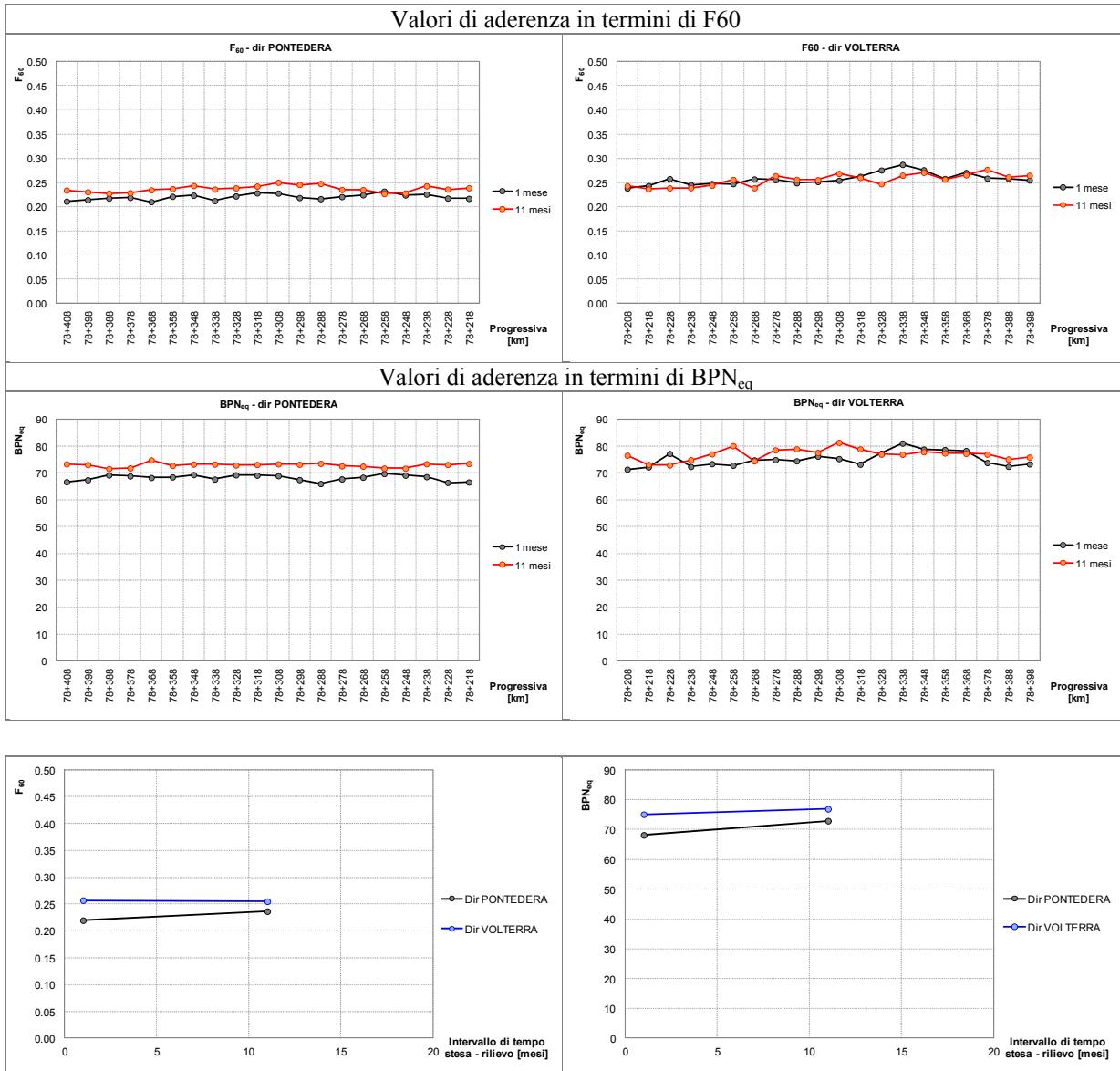
Legge di fatica



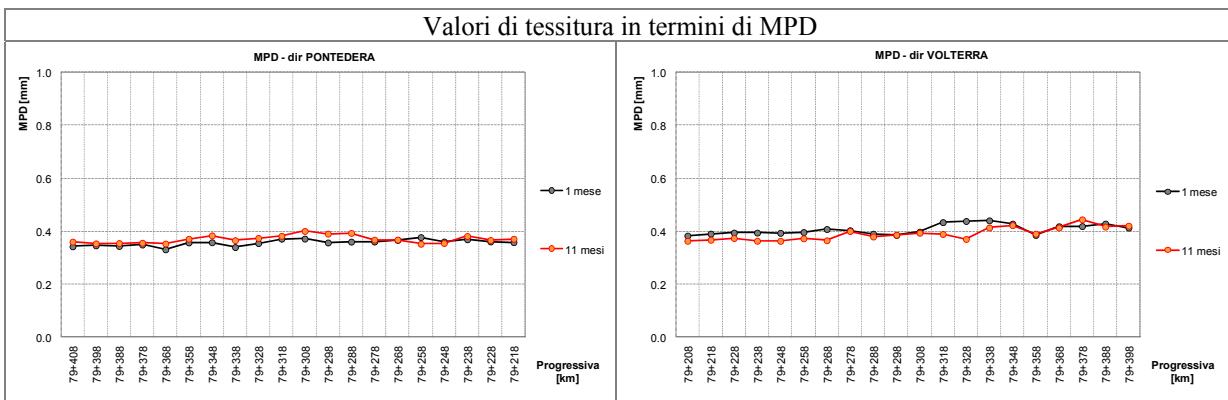
Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

5.2 MONITORAGGIO – PROVE IN SITO

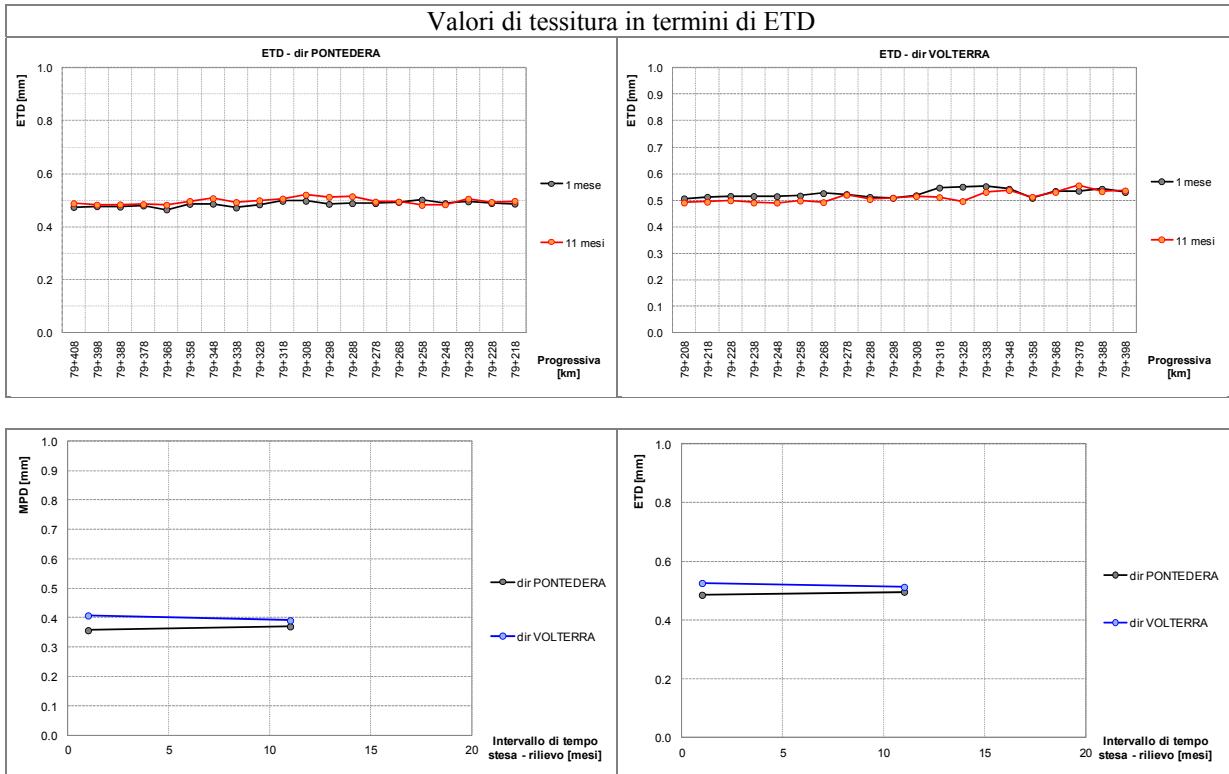
5.2.1 ADERENZA



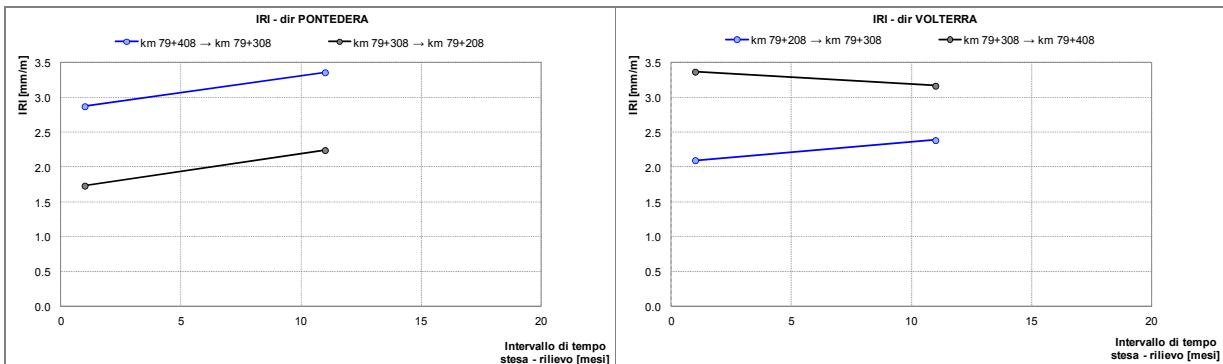
5.2.2 TESSITURA



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa



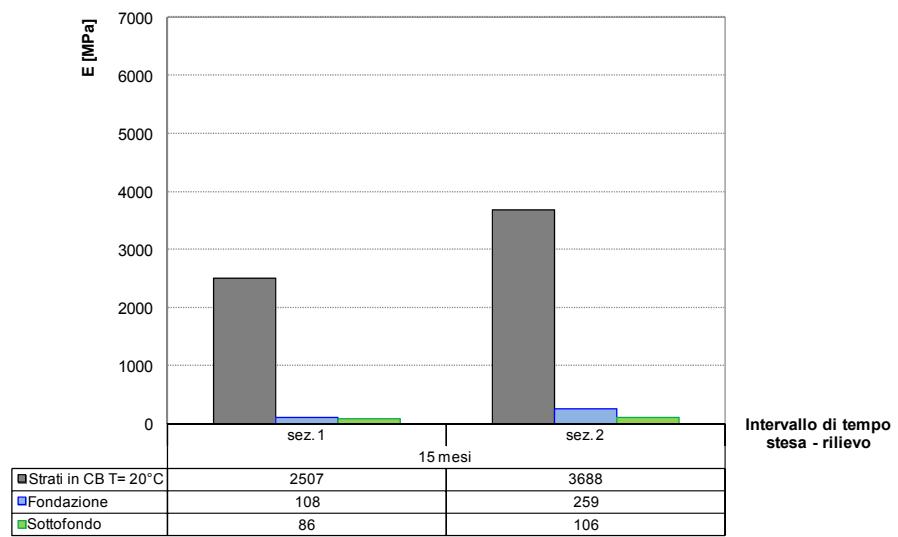
5.2.3 REGOLARITÀ LONGITUDINALE



5.2.4 MODULI ELASTICI DELLA PAVIMENTAZIONE

Intervallo di tempo stesa - rilievo	E_1 – strati in conglomerato bituminoso a $T=20$ °C	E_2 – strato di fondazione in misto granulare	E_3 – terreno di sottofondo
15 mesi (sez. 1)	2507	108	86
15 mesi (sez. 2)	3688	259	106

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

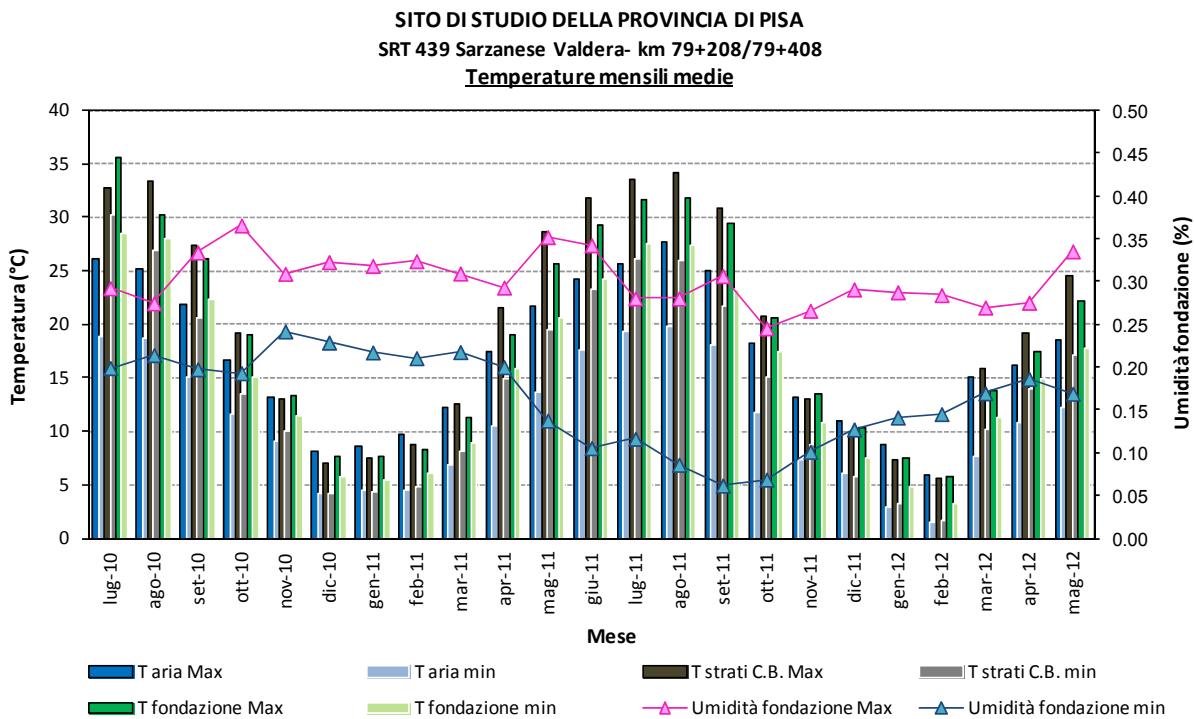


Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

5.2.5 FATTORI AMBIENTALI

ANNO	MESE	TEMPERATURA dell'ARIA			TEMPERATURA del CONGLOMERATO BITUMINOSO ⁽¹⁾			TEMPERATURA dello STRATO di FONDAZIONE ⁽²⁾			UMIDITÀ dello STRATO di FONDAZIONE ⁽²⁾		
		max	min	media	max	min	media	max	min	media	max	min	media
2010	Luglio	26.2	18.8	22.9	32.7	30.2	31.4	35.5	28.5	31.8	0.29	0.20	0.24
	Agosto	25.2	18.7	22.1	33.3	26.9	29.9	30.3	28.0	29.1	0.27	0.21	0.25
	Settembre	21.8	15.1	18.5	27.4	20.5	24.0	26.1	22.4	24.4	0.33	0.20	0.26
	Ottobre	16.7	11.5	13.9	19.3	13.4	16.5	19.0	15.1	17.2	0.37	0.19	0.27
	Novembre	13.1	9.1	11.0	13.0	10.0	11.5	13.4	11.4	12.4	0.31	0.24	0.28
	Dicembre	8.1	4.2	6.0	7.0	4.2	5.6	7.7	5.7	6.6	0.32	0.23	0.28
2011	Gennaio	8.6	4.5	6.3	7.6	4.3	5.9	7.6	5.5	6.5	0.32	0.22	0.27
	Febbraio	9.7	4.5	6.8	8.7	4.8	6.8	8.3	6.0	7.1	0.32	0.21	0.27
	Marzo	12.2	6.8	9.3	12.6	8.1	10.3	11.2	8.9	10.1	0.31	0.22	0.26
	Aprile	17.5	10.5	13.8	21.6	14.9	18.3	19.1	15.9	17.5	0.29	0.20	0.24
	Maggio	21.6	13.7	17.7	28.7	19.5	24.3	25.6	20.6	23.3	0.35	0.14	0.22
	Giugno	24.2	17.6	21.0	31.8	23.3	27.9	29.3	24.2	27.1	0.34	0.11	0.20
	Luglio	25.7	19.3	22.5	33.6	26.1	30.1	31.6	27.6	29.8	0.28	0.12	0.19
	Agosto	27.7	19.8	23.6	34.2	26.0	30.5	31.8	27.4	29.9	0.28	0.09	0.16
	Settembre	25.1	18.1	21.3	30.9	21.7	26.7	29.5	23.3	26.7	0.31	0.06	0.12
	Ottobre	18.3	11.7	14.6	20.8	15.1	18.0	20.6	17.4	19.0	0.25	0.07	0.16
	Novembre	13.2	7.3	9.8	13.1	8.7	10.9	13.5	10.8	12.1	0.27	0.10	0.19
	Dicembre	11.0	6.0	8.4	9.7	5.8	7.8	10.3	7.5	8.9	0.29	0.13	0.22
2012	Gennaio	8.7	2.9	5.4	7.4	3.2	5.2	7.4	4.8	6.1	0.29	0.14	0.22
	Febbraio	6.0	1.5	3.5	5.7	1.7	3.7	5.8	3.2	4.5	0.28	0.15	0.21
	Marzo	15.1	7.7	11.1	15.9	10.2	13.1	13.8	11.3	12.5	0.27	0.17	0.22
	Aprile	16.1	10.8	13.3	19.2	14.0	16.6	17.5	14.9	16.2	0.28	0.19	0.23
	Maggio	18.5	12.2	15.3	24.5	17.1	20.9	22.1	17.8	20.1	0.34	0.17	0.23

(1) Rilevata alla profondità di 9 cm dal piano stradale
 (2) Rilevata alla profondità di 24 cm dal piano stradale

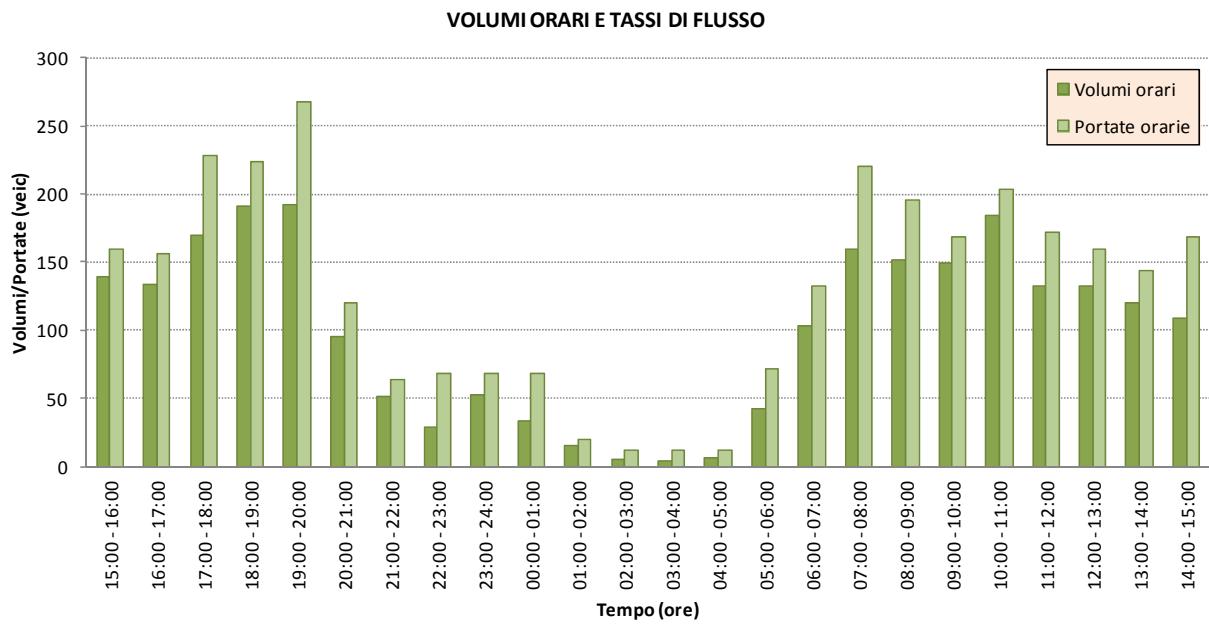




Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

5.2.6 DATI DI TRAFFICO

GIORNO	ORA	VOLUMI ORARI	VOLUMI LEGGERI	% MEZZI PESANTI	TASSI DI FLUSSO	PHF
06/10/2011	15:00 - 16:00	171	134	22	208	0.82
	16:00 - 17:00	175	144	18	236	0.74
	17:00 - 18:00	130	118	9	260	0.50
	18:00 - 19:00	185	169	9	236	0.78
	19:00 - 20:00	149	137	8	188	0.79
	20:00 - 21:00	76	71	7	108	0.70
	21:00 - 22:00	45	37	18	52	0.87
	22:00 - 23:00	37	35	5	52	0.71
	23:00 - 24:00	23	21	9	24	0.96
07/10/2011	00:00 - 01:00	12	12	0	16	0.75
	01:00 - 02:00	5	5	0	12	0.42
	02:00 - 03:00	0	0	0	0	0.00
	03:00 - 04:00	1	1	0	4	0.25
	04:00 - 05:00	13	9	31	16	0.81
	05:00 - 06:00	20	14	30	32	0.63
	06:00 - 07:00	64	44	31	84	0.76
	07:00 - 08:00	243	200	18	316	0.77
	08:00 - 09:00	235	202	14	268	0.88
	09:00 - 10:00	170	136	20	208	0.82
	10:00 - 11:00	166	131	21	208	0.80
	11:00 - 12:00	184	133	28	212	0.87
	12:00 - 13:00	175	154	12	180	0.97
	13:00 - 14:00	163	135	17	192	0.85
	14:00 - 15:00	174	129	26	184	0.95
TGM		2616	2171	17		

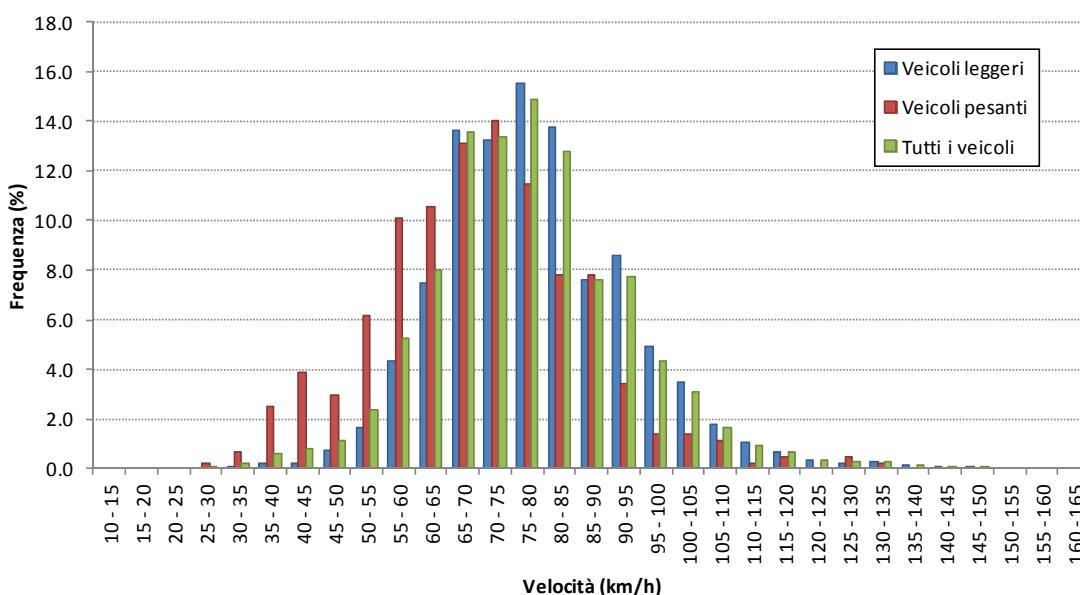




Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

CLASSI DI VELOCITA' (km/h)	TUTTI I VEICOLI		VEICOLI LEGGERI		VEICOLI PESANTI	
	Assoluta.	%	Assoluta.	%	Assoluta.	%
0 - 5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5 - 10	0	0.0	0	0.0	0	0.0
10 - 15	0	0.0	0	0.0	0	0.0
15 - 20	0	0.0	0	0.0	0	0.0
20 - 25	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25 - 30	1	0.0	0	0.0	1	0.2
30 - 35	5	0.2	2	0.1	3	0.7
35 - 40	15	0.6	4	0.2	11	2.5
40 - 45	21	0.8	4	0.2	17	3.9
45 - 50	29	1.1	16	0.7	13	3.0
50 - 55	62	2.4	35	1.6	27	6.2
55 - 60	137	5.3	93	4.3	44	10.1
60 - 65	207	8.0	161	7.5	46	10.6
65 - 70	352	13.6	295	13.7	57	13.1
70 - 75	347	13.4	286	13.2	61	14.0
75 - 80	386	14.9	336	15.6	50	11.5
80 - 85	331	12.8	297	13.8	34	7.8
85 - 90	198	7.6	164	7.6	34	7.8
90 - 95	201	7.7	186	8.6	15	3.4
95 - 100	112	4.3	106	4.9	6	1.4
100 - 105	81	3.1	75	3.5	6	1.4
105 - 110	43	1.7	38	1.8	5	1.1
110 - 115	24	0.9	23	1.1	1	0.2
115 - 120	17	0.7	15	0.7	2	0.5
120 - 125	8	0.3	8	0.4	0	0.0
125 - 130	7	0.3	5	0.2	2	0.5
130 - 135	7	0.3	6	0.3	1	0.2
135 - 140	3	0.1	3	0.1	0	0.0
140 - 145	1	0.0	1	0.0	0	0.0
145 - 150	1	0.0	1	0.0	0	0.0
150 - 155	0	0.0	0	0.0	0	0.0
VELOCITA' (km/h)						
MEDIA	78.1		79.6		70.6	
DEV. ST.	15.3		14.6		16.4	
85° PERCENTILE	93.0		94.0		86.0	

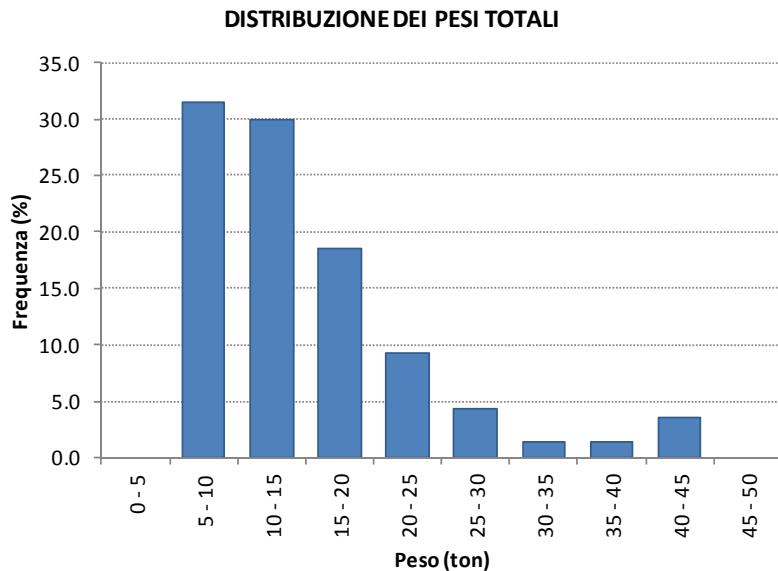
DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITA' - veicoli leggeri e pesanti



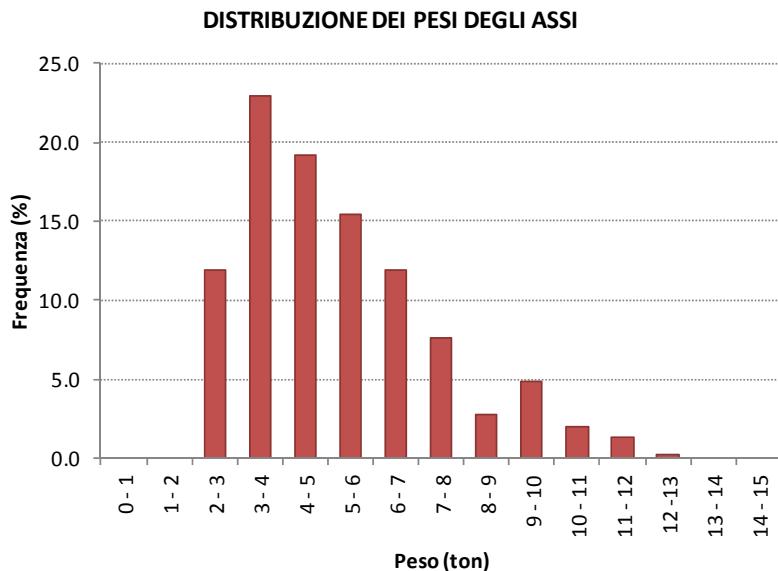


Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

PESI TOTALI		
CLASSI DI PESO (ton)	FREQUENZA	
	Assoluta.	%
0 - 5	0	0.0
5 - 10	44	31.4
10 - 15	42	30.0
15 - 20	26	18.6
20 - 25	13	9.3
25 - 30	6	4.3
30 - 35	2	1.4
35 - 40	2	1.4
40 - 45	5	3.6
45 - 50	0	0.0



PESI SINGOLI ASSI		
CLASSI DI PESO (ton)	FREQUENZA	
	Assoluta.	%
1 - 2	0	0.0
2 - 3	0	0.0
3 - 4	47	11.9
4 - 5	91	23.0
5 - 6	76	19.2
6 - 7	61	15.4
7 - 8	47	11.9
8 - 9	30	7.6
9 - 10	11	2.8
10 - 11	19	4.8
11 - 12	8	2.0
12 - 13	5	1.3
13 - 14	1	0.3
14 - 15	0	0.0



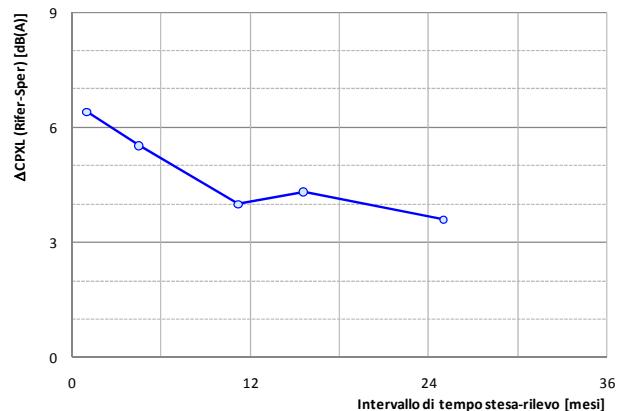
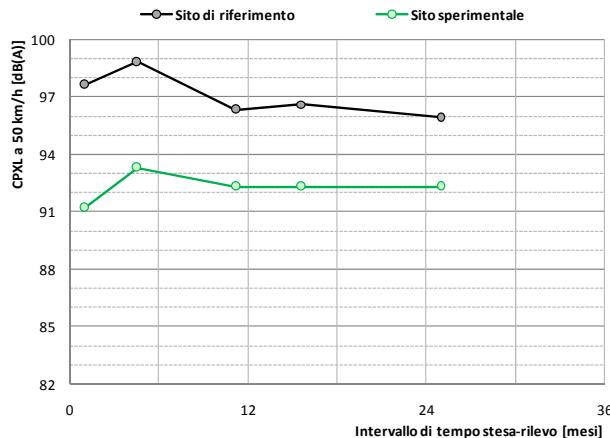
5.2.7 PRESTAZIONI ACUSTICHE

5.2.7.1 Rumore da rotolamento – CPX

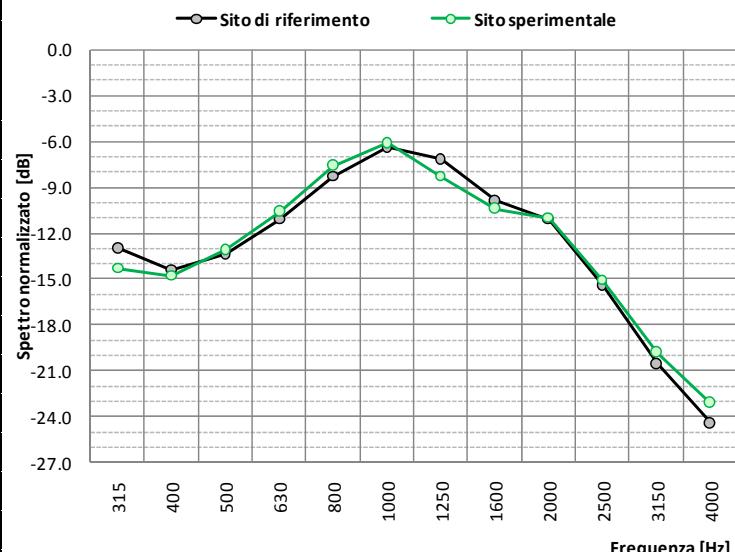
Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livello di rumore da rotolamento – CPXL a 50 km/h [dB(A)]		
		Sito di riferimento	Sito sperimentale	Differenza sito rifer-sito sperim
luglio-10	1	97.6	91.2	6.4
novembre-10	5	98.8	93.3	5.5
maggio-11	11	96.3	92.3	4.0
ottobre-11	16	96.6	92.3	4.3
luglio-12	25	95.9	92.3	3.6
Media		97.0	92.3	4.8

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livello di rumore da rotolamento – CPXL a 50 km/h [dB(A)]		
		Sito di riferimento	Sito sperimentale	Differenza sito rifer-sito sperim
Dev St		1.2	0.7	1.2
COV [%]		1.2	0.8	24.3



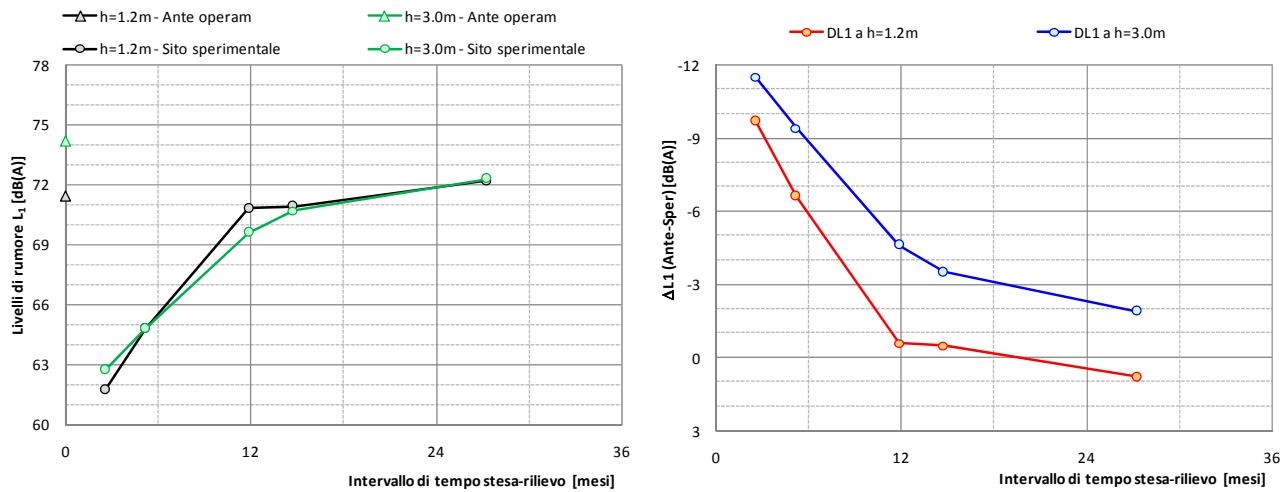
Spettri normalizzati		
Frequenza [Hz]	Sito di riferimento [dB]	Sito Sperimentale [dB]
315	-13.0	-14.3
400	-14.4	-14.8
500	-13.4	-13.1
630	-11.1	-10.6
800	-8.3	-7.6
1000	-6.4	-6.1
1250	-7.2	-8.3
1600	-9.9	-10.4
2000	-11.1	-11.0
2500	-15.4	-15.1
3150	-20.5	-19.8
4000	-24.4	-23.1



5.2.7.2 Livello di rumore a bordo strada – SPB

Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livelli di rumore L1 a 50 km/h [dB(A)]			
		L ₁ a h = 1.2 m	ΔL ₁ a h = 1.2 m	L ₁ a h = 3.0 m	ΔL ₁ a h = 3.0 m
marzo-06	Ante operam	71.4		74.2	
agosto-10	3	61.7	-9.7	62.7	-11.5
novembre-10	5	64.8	-6.6	64.8	-9.4
maggio-11	12	70.8	-0.6	69.6	-4.6
agosto-11	15	70.9	-0.5	70.7	-3.5
agosto-12	27	72.2	0.8	72.3	-1.9

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa

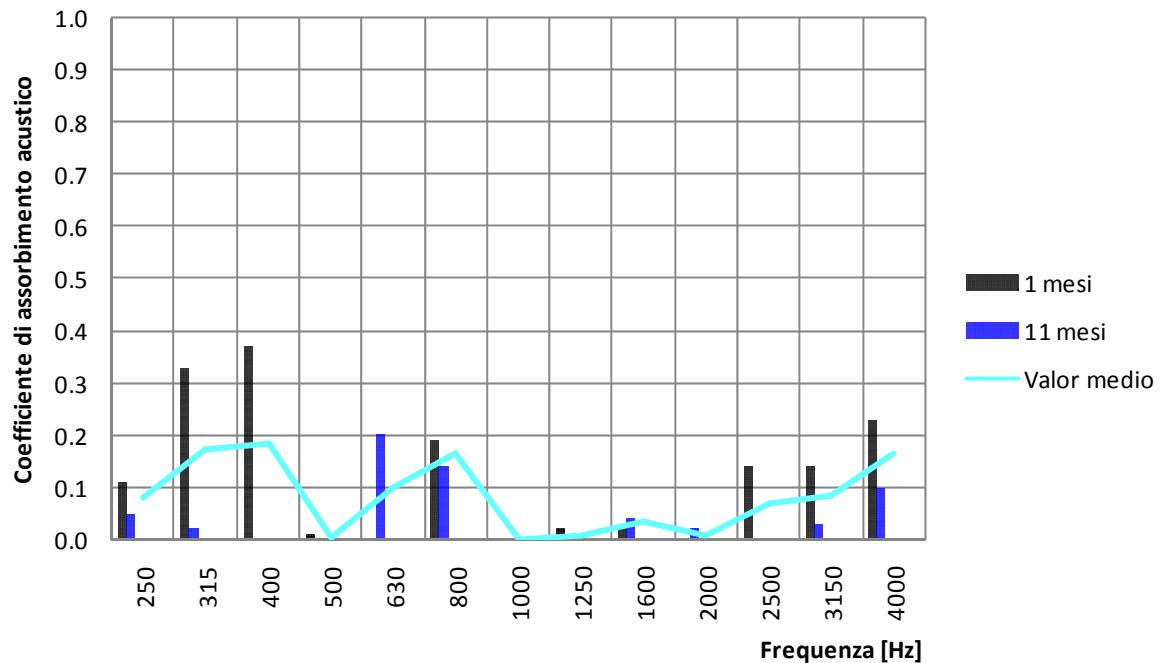


5.2.7.3 Coefficiente di assorbimento acustico – metodo Adrienne

Frequenza [Hz]	Coefficiente di assorbimento acustico						Valor medio	
	Intervallo di tempo stesa-rilievo							
	1 mesi	11 mesi						
250	0.11	0.05					0.08	
315	0.33	0.02					0.18	
400	0.37	0.00					0.19	
500	0.01	0.00					0.01	
630	0.00	0.20					0.10	
800	0.19	0.14					0.17	
1000	0.00	0.00					0.00	
1250	0.02	0.00					0.01	
1600	0.03	0.04					0.04	
2000	0.00	0.02					0.01	
2500	0.14	0.00					0.07	
3150	0.14	0.03					0.09	
4000	0.23	0.10					0.17	



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Pisa



6. SITO DI MASSA CARRARA

Localizzazione del sito	SRT 445 "della Garfagnana" dal km 63+345 / 63+545 Loc. Codiponte
Tipologia	SITO MONTANO (280 m s.l.m.)



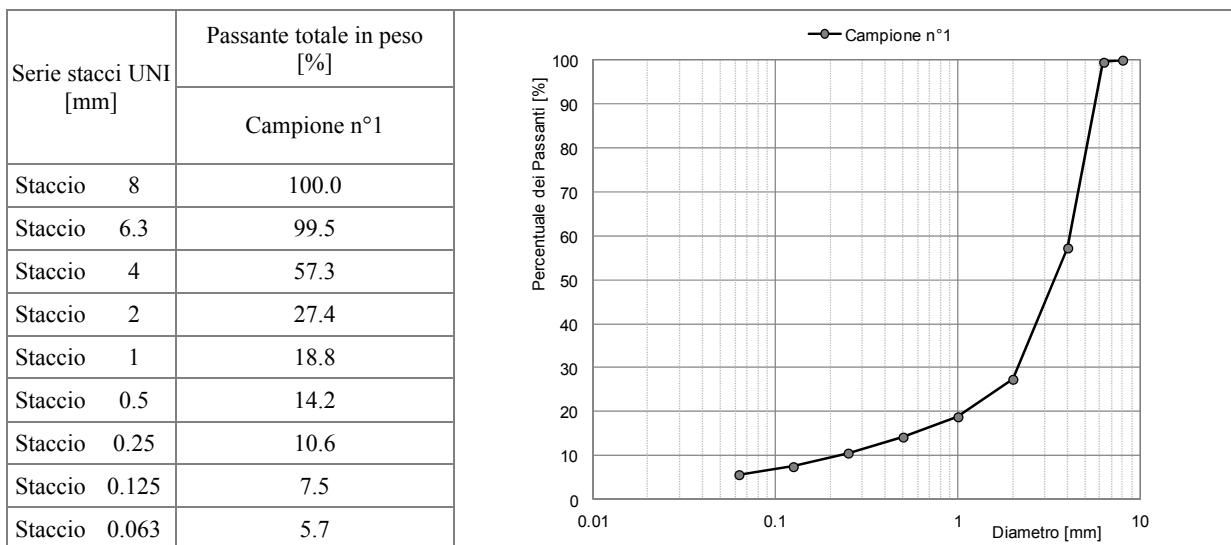
Composizione della sovrastruttura

STRATO	SPESSORE	MATERIALE
USURA	2 cm	Manto di usura speciale tipo microtappeto
BINDER	6 cm	Strato di binder realizzato con conglomerato bituminoso tradizionale a caldo
BASE	10 cm	Strato di base realizzato con conglomerato bituminoso tradizionale a caldo

6.1 CARATTERIZZAZIONE DELLE MISCELE

6.1.1 MANTO DI USURA SPECIALE TIPO MICROTAPPETO

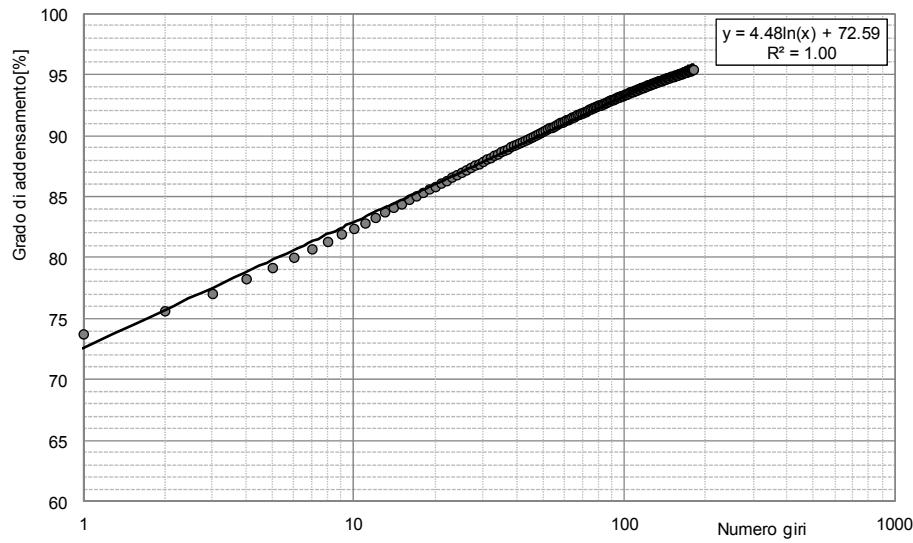
Curva granulometrica





Caratteristiche composite della miscela addensata con pressa giratoria

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE		Numero di giri		
	N _{initial} =10	N _{design} =50	N _{maximum} =130	
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita alla miscela (b_M)	%	4.2		
Percentuale di bitume ⁽¹⁾ riferita agli aggregati (b)	%	4.4		
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³	2.564		
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	1.916	2.069	2.140
Volume di bitume (V_b)	%	7.0	7.5	7.8
Volume dei vuoti (V_V)	%	25.2	19.3	16.5
Volume dell'aggregato (V_G)	%	67.8	73.2	75.7
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	32.2	26.8	24.3
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	21.6	28.0	32.0



Curva di addensamento della miscela



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

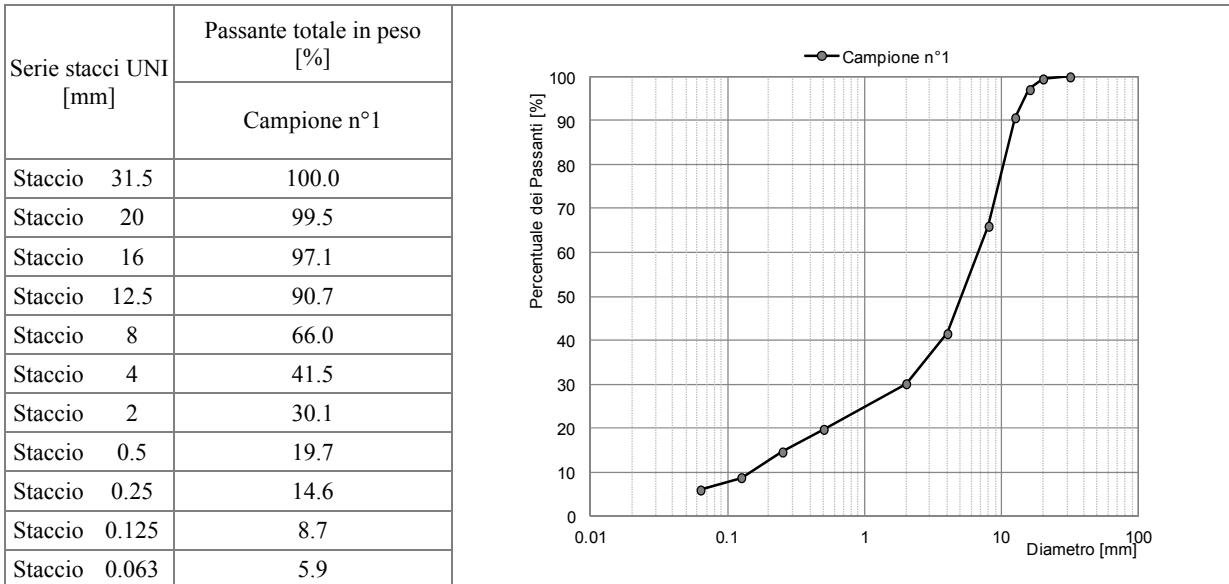
Risultati della prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C su campioni non condizionati

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	6.73	6.27	7.69	6.90
Spostamento di compressione a rottura	mm	1.98	1.85	1.58	1.80
Resistenza a trazione indiretta ITS_{dry}	N/mm ²	0.95	0.89	1.06	0.97
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0198	0.0185	0.0172	0.0185
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{dry}	N/mm ²	75.1	75.3	105.8	85.4

Risultati della prova di sensibilità all'acqua della miscela a 25°C

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura	kN	4.69	6.04	5.04	5.26
Spostamento di compressione a rottura	mm	2.05	2.23	2.70	2.33
Resistenza a trazione indiretta ITS_{wet}	N/mm ²	0.63	0.86	0.74	0.74
Deformazione unitaria di compressione a rottura	-	0.0205	0.0223	0.0270	0.0233
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{wet}	N/mm ²	48.2	60.9	42.9	50.6
Rapporto di resistenza a trazione indiretta $ITSR$	%	77			

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

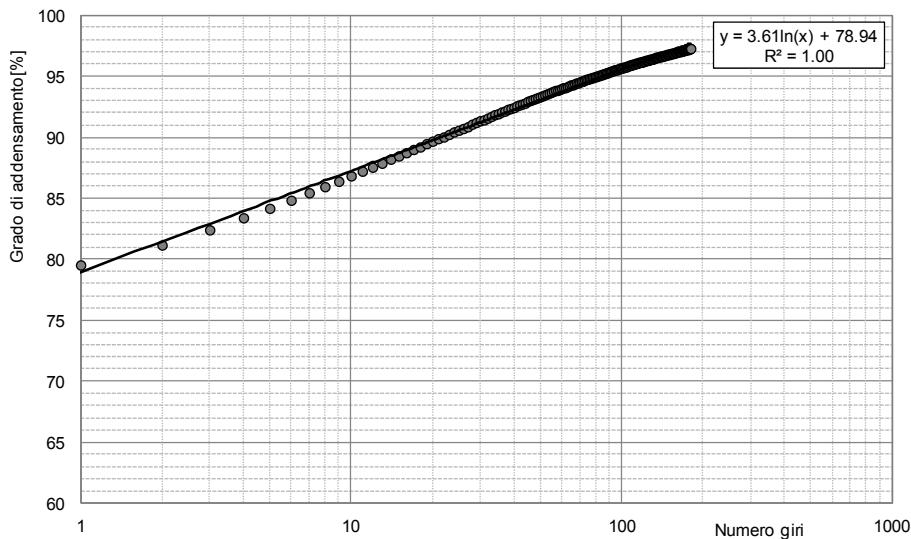
6.1.2 STRATO DI BINDER IN C.B. TRADIZIONALE A CALDO
Curva granulometrica

Caratteristiche compositive delle carote prelevate in situ

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE		Carota n°1	Carota n°2	Valori medi
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%		4.0	
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%		4.2	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³		2.586	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.376	2.424	2.400
Volume di bitume (V_b)	%	6.9	7.1	7.0
Volume dei vuoti (V_V)	%	8.1	6.3	7.2
Volume dell'aggregato (V_G)	%	85.0	86.7	85.8
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	15.0	13.3	14.2
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	46.1	53.0	49.5

Caratteristiche compositive della miscela addensata con pressa giratoria

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE		N _{initial} =10	N _{design} =100	N _{maximum} =180
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%		4.0	
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%		4.2	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³		2.586	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.246	2.475	2.516
Volume di bitume (V_b)	%	6.5	7.2	7.3
Volume dei vuoti (V_V)	%	13.2	4.3	2.7
Volume dell'aggregato (V_G)	%	80.3	88.5	89.9
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	19.7	11.5	10.1
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	33.2	62.5	72.9

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara



Curva di addensamento della miscela

Risultati della prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C su campioni non condizionati

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura kN	18.52	19.98	17.94	18.81
Spostamento di compressione a rottura mm	2.08	2.09	2.19	2.12
Resistenza a trazione indiretta ITS_{dry} N/mm ²	1.40	1.51	1.36	1.42
Deformazione unitaria di compressione a rottura -	0.0139	0.0139	0.0146	0.0141
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{dry} N/mm ²	159.0	170.7	146.3	158.7

Risultati della prova di sensibilità all'acqua della miscela a 25°C

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura kN	18.35	17.11	16.91	17.46
Spostamento di compressione a rottura mm	2.05	2.07	2.13	2.08
Resistenza a trazione indiretta ITS_{wet} N/mm ²	1.37	1.24	1.27	1.29
Deformazione unitaria di compressione a rottura -	0.0137	0.0138	0.0142	0.0139
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{wet} N/mm ²	157.0	141.3	140.5	146.3
Rapporto di resistenza a trazione indiretta $ITSR$ %	91			

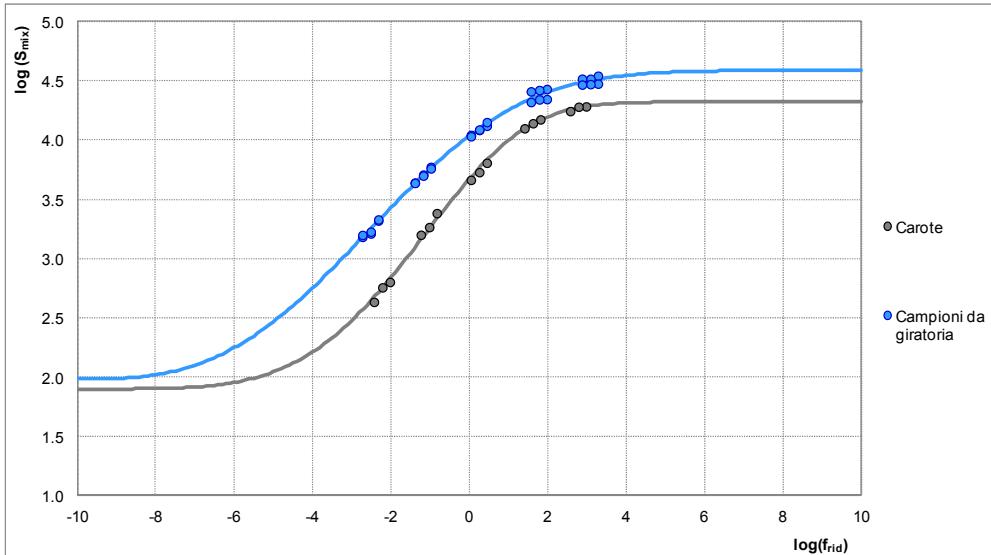
Caratteristiche di rigidezza della miscela

Moduli di rigidezza alle varie temperature e frequenze

TEMPERATURA [°C]	FREQUENZA [MPa]	Moduli di Rigidezza M_R [MPa]			
		CAMPIONI DA GIRATORIA		CAROTE	
		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°1	Campione n°2
2	2.8	34806	29858	19187	-
	1.8	32839	29575	19062	-
	1.1	32857	29312	17520	-
4	2.8	26895	22121	14906	-
	1.8	26387	21966	13832	-
	1.1	25703	20894	12548	-
10	2.8	13178	14150	6419	-
	1.8	12136	12246	5354	-
	1.1	11026	10744	4607	-
30	2.8	5931	5754	2417	-
	1.8	5105	5004	1843	-
	1.1	4373	4339	1587	-
40	2.8	2091	2137	635	-
	1.8	1626	1686	572	-
	1.1	1524	1582	431	-

Curve maestre

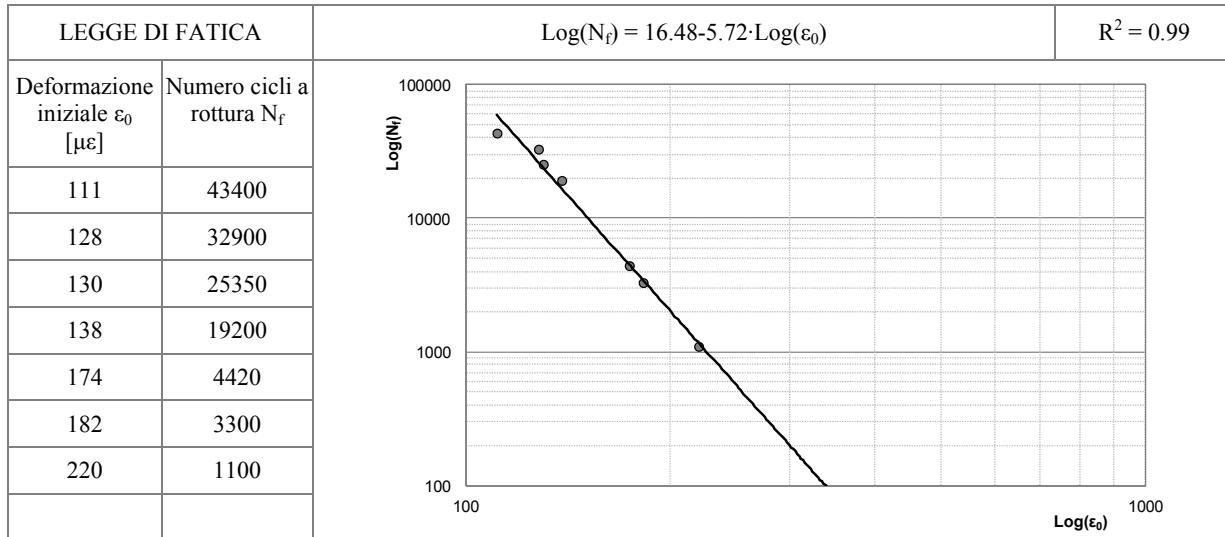
PARAMETRI CARATTERISTICI DELLE CURVE MAESTRE					
	S_{max} [MPa]	S_{min} [MPa]	β	γ	ΔH [J/mole]
Campioni da giratoria	38497	96	8.60	2.92	243
Carote	20863	79	9.40	4.42	217



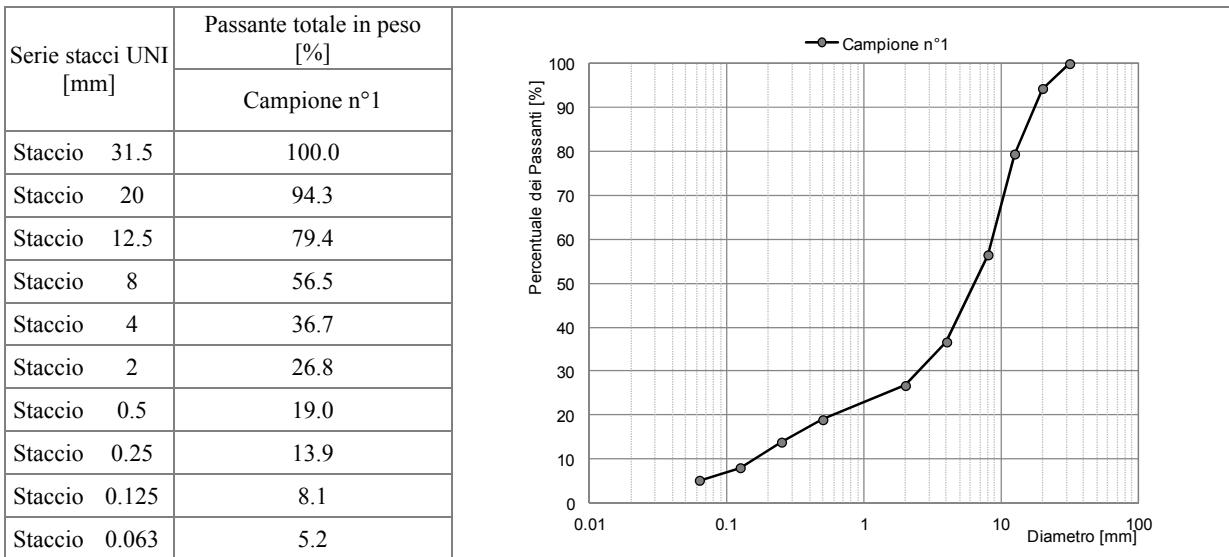
Moduli di Rigidezza M_R [MPa]									
Temperatura [°C]	0		10			20			
Frequenza [Hz]	1	2	10	1	2	10	1	2	10
Campioni da giratoria	31997	33273	35512	21819	24008	28608	10846	12808	17843
Carote	18780	19481	20408	12069	13819	17221	4686	6026	9864



Legge di fatica



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

6.1.3 STRATO DI BASE IN C.B. TRADIZIONALE A CALDO
Curva granulometrica

Caratteristiche composite delle carote prelevate in sito

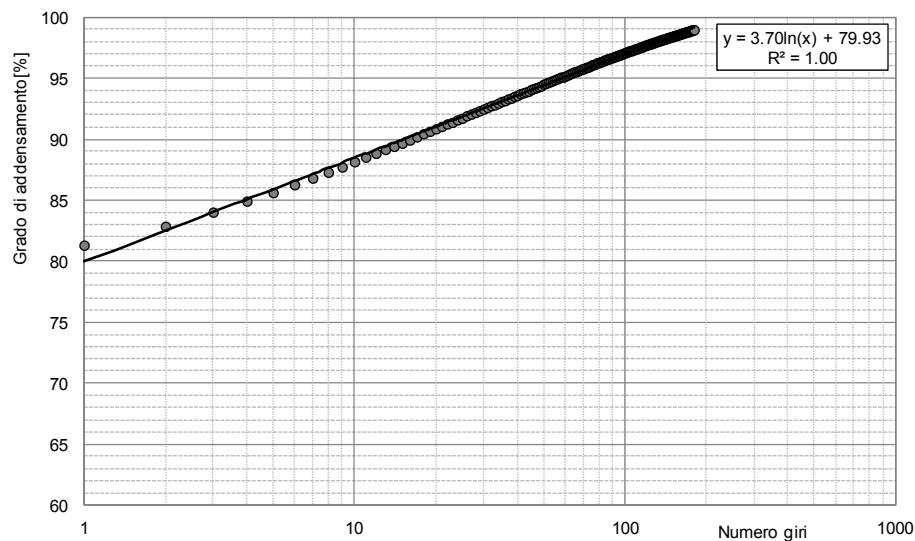
CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	Carota n°1	Carota n°2	Valori medi
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%	3.5	
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%	3.6	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³	2.561	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.459	2.479
Volume di bitume (V_b)	%	7.3	7.4
Volume dei vuoti (V_V)	%	4.0	3.2
Volume dell'aggregato (V_G)	%	88.7	89.4
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	11.3	10.6
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	64.9	69.7
			67.3

Caratteristiche composite della miscela addensata con pressa giratoria

CARATTERISTICHE COMPOSITIVE	N _{initial} =10	N _{initial} =100	N _{initial} =180
Percentuale di bitume riferita alla miscela (b_M)	%	3.5	
Percentuale di bitume riferita agli aggregati (b)	%	3.6	
Massa volumica massima (G_{mm})	kg/dm ³	2.561	
Massa volumica apparente (G_{mb})	kg/dm ³	2.258	2.487
Volume di bitume (V_b)	%	6.7	7.4
Volume dei vuoti (V_V)	%	11.8	2.9
Volume dell'aggregato (V_G)	%	81.4	89.7
Volume dei vuoti della miscela secca (VMA)	%	18.6	10.3
Volume dei vuoti riempiti di bitume (VFA)	%	36.2	71.9
			88.0



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara



Curva di addensamento della miscela

Risultati della prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C su campioni non condizionati

CARATTERISTICHE MECCANICHE	Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura kN	22.51	20.94	27.93	23.79
Spostamento di compressione a rottura mm	1.14	1.42	0.87	1.14
Resistenza a trazione indiretta ITS_{dry} N/mm ²	1.74	1.59	2.06	1.80
Deformazione unitaria di compressione a rottura -	0.0076	0.0095	0.0058	0.0076
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{dry} N/mm ²	359.0	263.3	558.3	393.6

Risultati della prova di sensibilità all'acqua della miscela a 25°C

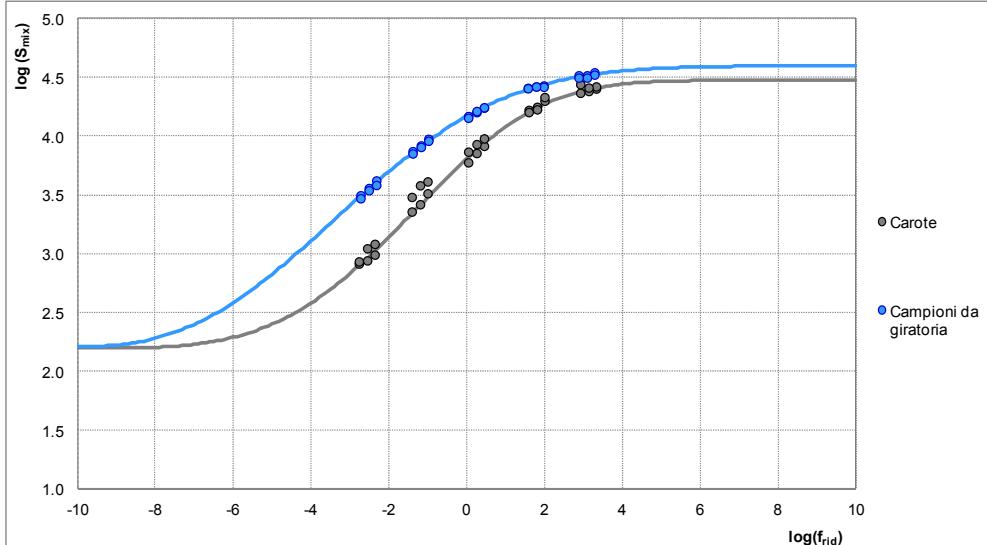
CARATTERISTICHE MECCANICHE	Campione n°1	Campione n°2	Campione n°3	Valori medi
Sollecitazione di rottura kN	23.41	21.62	22.62	22.55
Spostamento di compressione a rottura mm	1.17	1.11	1.03	1.10
Resistenza a trazione indiretta ITS_{wet} N/mm ²	1.74	1.70	1.71	1.72
Deformazione unitaria di compressione a rottura -	0.0078	0.0074	0.0069	0.0074
Coefficiente di trazione indiretta CTI_{wet} N/mm ²	351.0	360.7	392.2	368.0
Rapporto di resistenza a trazione indiretta ITSR %	96			

Caratteristiche di rigidezza della miscela
Moduli di rigidezza alle varie temperature e frequenze

TEMPERATURA [°C]	FREQUENZA [MPa]	Moduli di Rigidezza M_R [MPa]			
		CAMPIONI DA GIRATORIA		CAROTE	
		Campione n°1	Campione n°2	Campione n°1	Campione n°2
2	2.8	34806	33259	25324	26409
	1.8	32839	31378	24147	25812
	1.1	32857	31388	23315	27574
10	2.8	26895	26208	19953	21445
	1.8	26387	26369	17723	16869
	1.1	25703	25468	16678	15990
20	2.8	17440	17553	8246	9548
	1.8	15954	16324	7171	8541
	1.1	14784	14281	5980	7364
30	2.8	9473	9119	3261	4115
	1.8	8331	8074	2631	3811
	1.1	7441	7111	2281	3035
40	2.8	4193	3834	981	1211
	1.8	3615	3461	877	1111
	1.1	3138	2957	823	860

Curve maestre

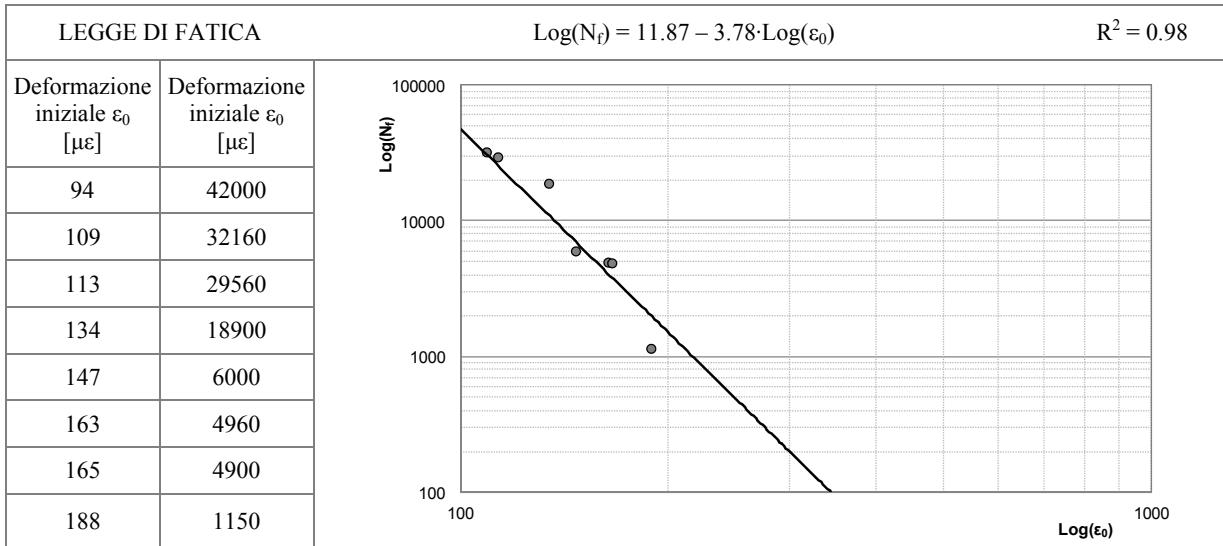
PARAMETRI CARATTERISTICI DELLE CURVE MAESTRE					
	S_{\max} [MPa]	S_{\min} [MPa]	β	γ	ΔH [J/mole]
Campioni da giratoria	39417	162	8	3	243
Carote	29712	157	9.47	3.72	247



Moduli di Rigidezza M_R [MPa]									
Temperatura [°C]	0			10			20		
Frequenza [Hz]	1	2	10	1	2	10	1	2	10
Campioni da giratoria	33061	34143	36119	24620	26453	30248	14651	16580	21197
Carote	25186	26294	28084	15576	17604	21947	6359	7806	11887



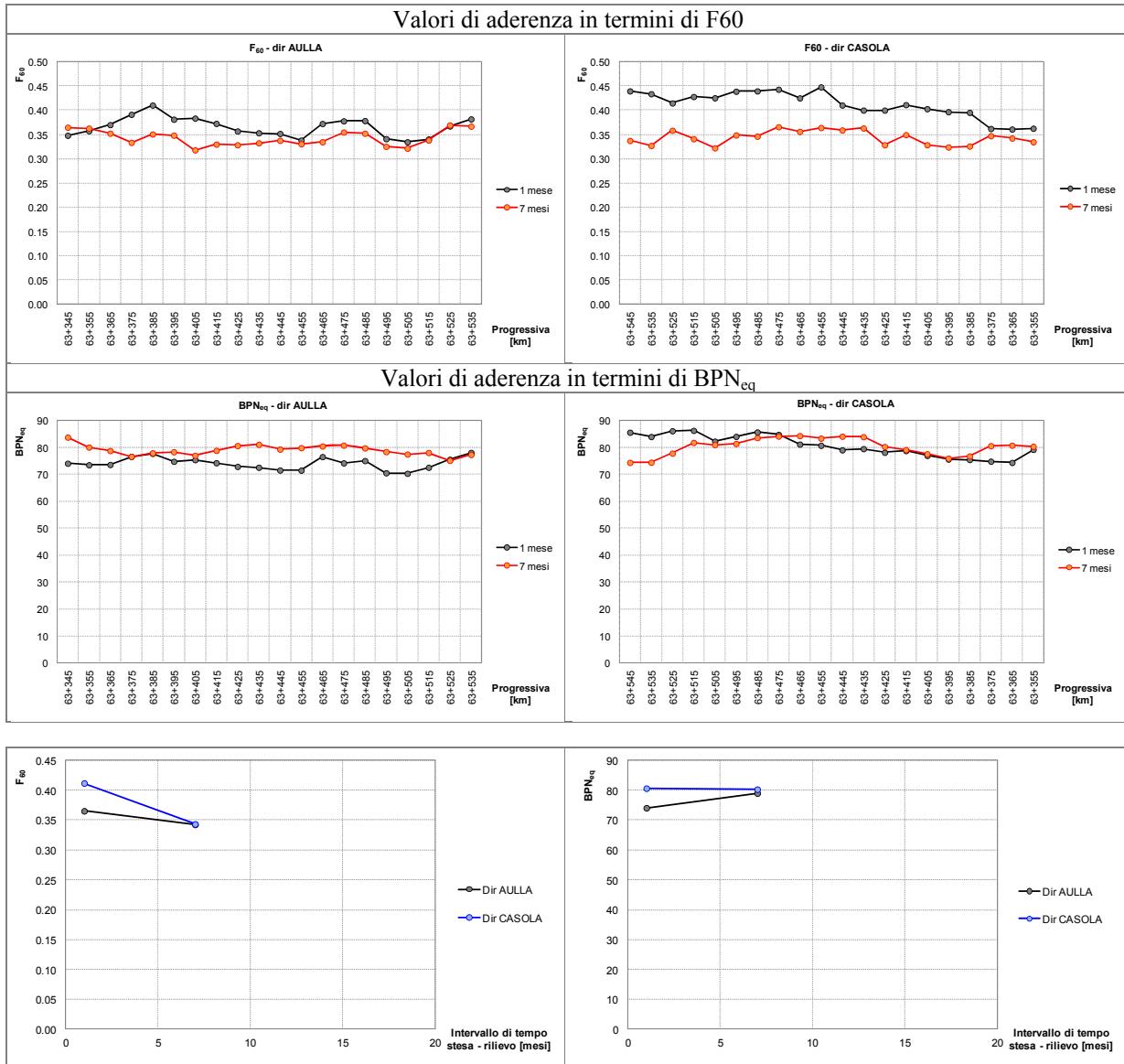
Legge di fatica



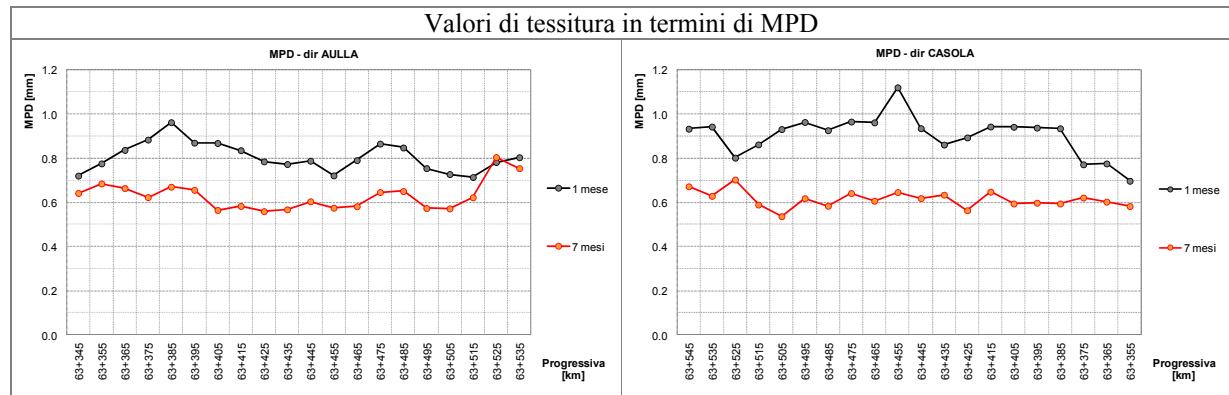
Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

6.2 MONITORAGGIO – PROVE IN SITO

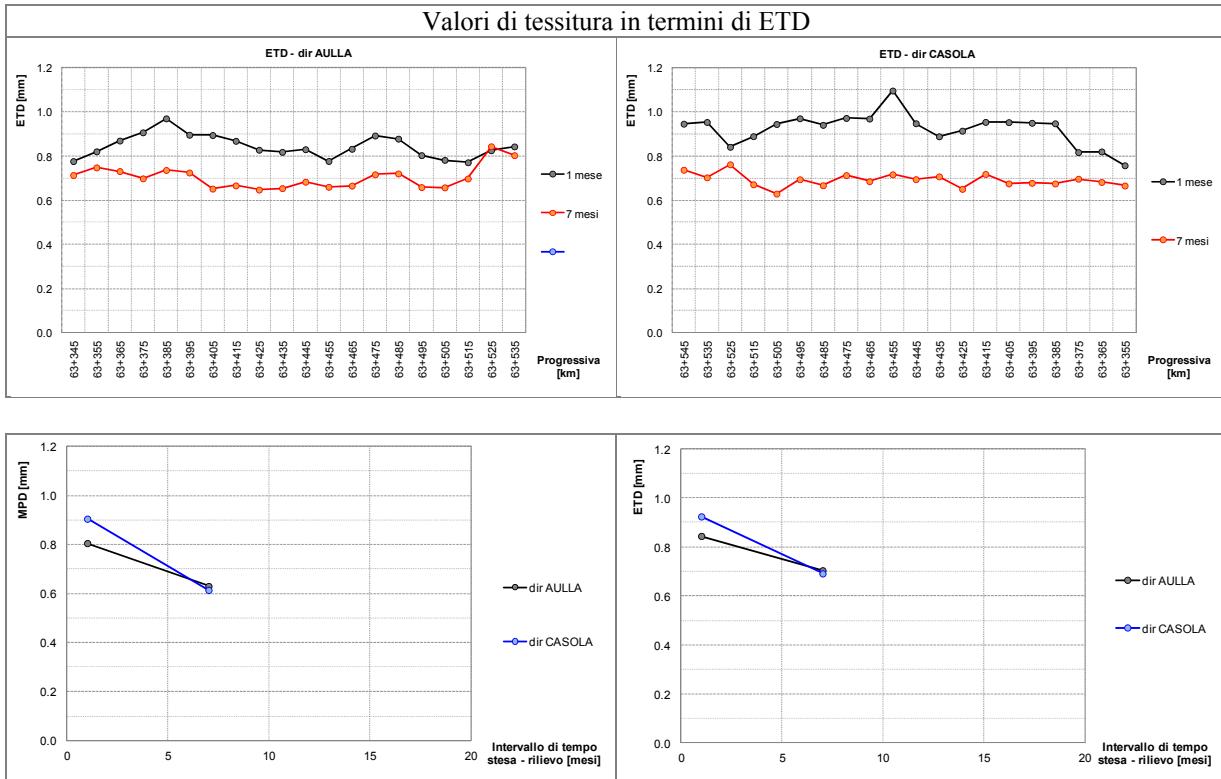
6.2.1 ADERENZA



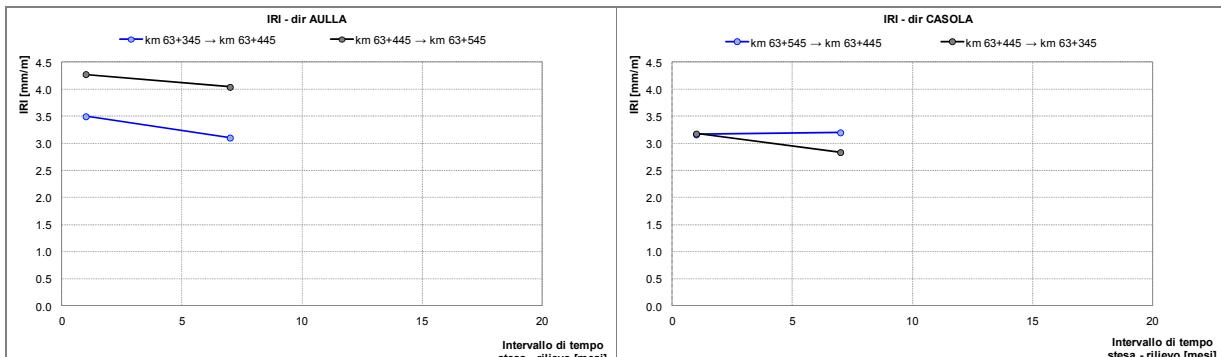
6.2.2 TESSITURA



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara



6.2.3 REGOLARITÀ LONGITUDINALE



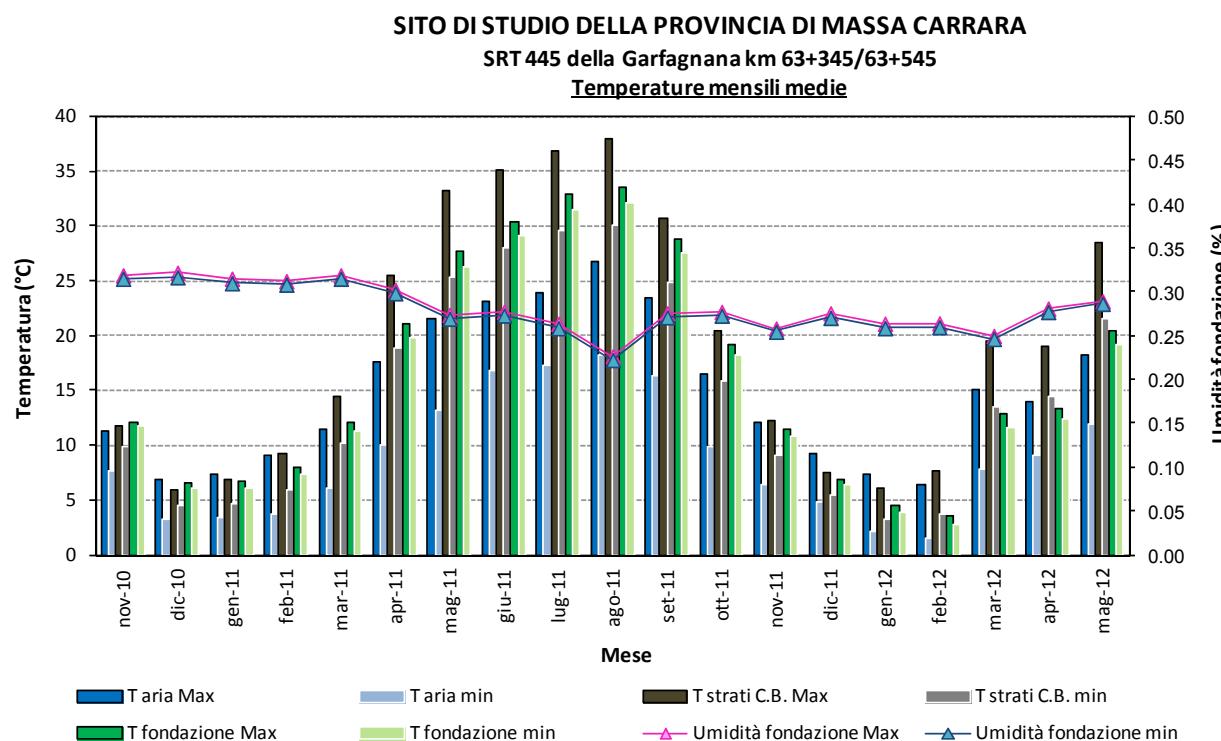


Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

6.2.4 FATTORI AMBIENTALI

ANNO	MESE	TEMPERATURA dell'ARIA			TEMPERATURA del CONGLOMERATO BITUMINOSO ⁽¹⁾			TEMPERATURA dello STRATO di FONDAZIONE ⁽²⁾			UMIDITÀ dello STRATO di FONDAZIONE ⁽²⁾		
		max	min	media	max	min	media	max	min	media	max	min	media
2010	Novembre	11.4	7.7	9.4	11.7	9.9	10.8	12.1	11.7	11.9	0.32	0.32	0.32
	Dicembre	6.9	3.2	5.0	6.0	4.5	5.3	6.6	6.1	6.4	0.32	0.32	0.32
2011	Gennaio	7.3	3.5	5.2	6.9	4.6	5.8	6.6	6.2	6.4	0.32	0.31	0.31
	Febbraio	9.1	3.8	6.0	9.2	5.9	7.6	8.0	7.3	7.6	0.31	0.31	0.31
	Marzo	11.5	6.1	8.4	14.4	10.2	12.3	12.1	11.3	11.7	0.32	0.32	0.32
	Aprile	17.7	10.0	13.4	25.5	18.8	22.0	21.1	19.8	20.4	0.30	0.30	0.30
	Maggio	21.5	13.2	17.2	33.3	25.4	29.2	27.7	26.2	27.0	0.27	0.27	0.27
	Giugno	23.1	16.9	19.9	35.1	28.0	31.5	30.4	29.0	29.7	0.28	0.27	0.28
	Luglio	23.9	17.3	20.5	36.8	29.7	33.1	32.8	31.5	32.2	0.26	0.26	0.26
	Agosto	26.7	18.3	22.1	37.9	30.1	33.9	33.6	32.1	32.8	0.23	0.22	0.23
	Settembre	23.4	16.3	19.3	30.7	24.8	27.7	28.8	27.5	28.2	0.28	0.27	0.27
	Ottobre	16.4	9.9	12.7	20.5	15.9	18.1	19.2	18.2	18.7	0.28	0.27	0.28
	Novembre	12.0	6.3	8.8	12.3	9.2	10.7	11.5	10.8	11.1	0.26	0.25	0.26
	Dicembre	9.3	4.8	6.9	7.6	5.4	6.6	6.9	6.4	6.6	0.28	0.27	0.27
2012	Gennaio	7.3	2.2	4.6	6.1	3.3	4.8	4.5	3.8	4.2	0.26	0.26	0.26
	Febbraio	6.4	1.5	3.5	7.6	3.8	5.7	3.5	2.7	3.1	0.26	0.26	0.26
	Marzo	15.1	7.8	10.8	19.5	13.4	16.4	12.8	11.6	12.2	0.25	0.25	0.25
	Aprile	14.0	9.0	11.3	19.0	14.5	16.6	13.3	12.4	12.9	0.28	0.28	0.28
	Maggio	18.2	11.9	14.9	28.5	21.5	24.9	20.5	19.2	19.8	0.29	0.29	0.29

⁽¹⁾ Rilevata alla profondità di 8 cm dal piano stradale
⁽²⁾ Rilevata alla profondità di 18 cm dal piano stradale

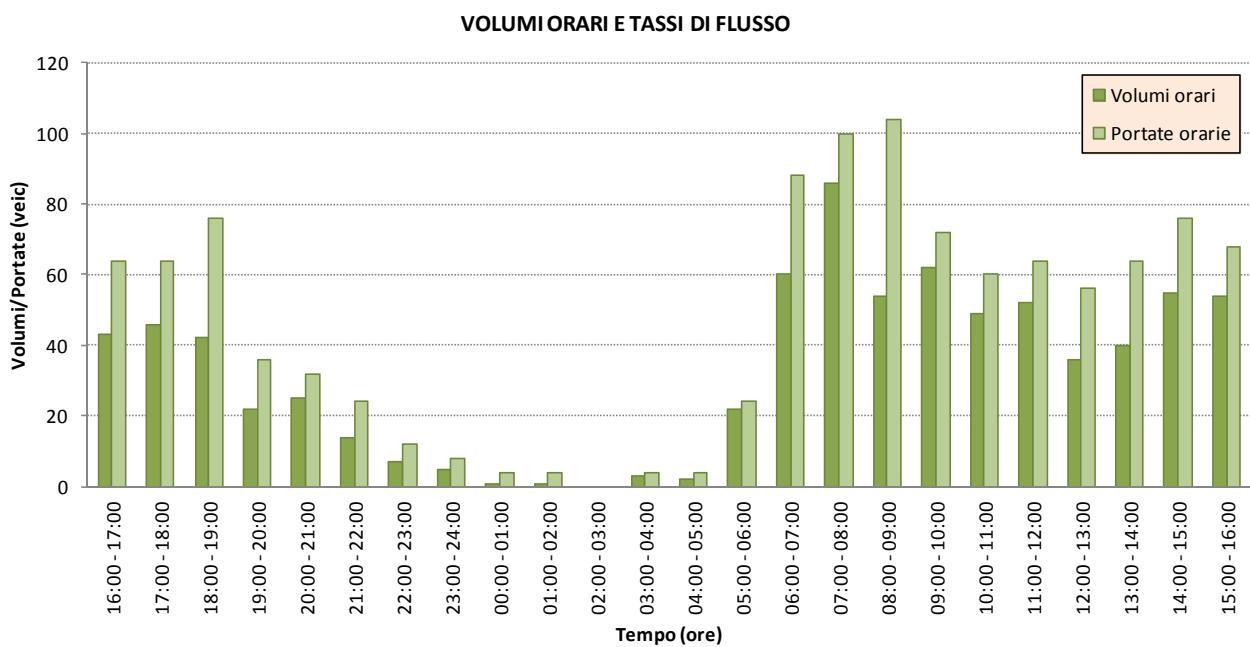




Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

6.2.5 DATI DI TRAFFICO

GIORNO	ORA	VOLUMI ORARI	VOLUMI LEGGERI	% MEZZI PESANTI	TASSI DI FLUSSO	PHF
06/10/2011	16:00 - 17:00	43	38	0	64	0.67
	17:00 - 18:00	46	38	17	64	0.72
	18:00 - 19:00	42	36	14	76	0.55
	19:00 - 20:00	22	19	14	36	0.61
	20:00 - 21:00	25	21	16	32	0.78
	21:00 - 22:00	14	14	0	24	0.58
	22:00 - 23:00	7	7	0	12	0.58
	23:00 - 24:00	5	5	0	8	0.63
07/10/2011	00:00 - 01:00	1	1	0	4	0.25
	01:00 - 02:00	1	1	0	4	0.25
	02:00 - 03:00	0	0	0	0	0.00
	03:00 - 04:00	3	2	33	4	0.75
	04:00 - 05:00	2	0	100	4	0.50
	05:00 - 06:00	22	19	14	24	0.92
	06:00 - 07:00	60	52	13	88	0.68
	07:00 - 08:00	86	70	19	100	0.86
	08:00 - 09:00	54	50	7	104	0.52
	09:00 - 10:00	62	55	11	72	0.86
	10:00 - 11:00	49	37	24	60	0.82
	11:00 - 12:00	52	39	25	64	0.81
	12:00 - 13:00	36	29	19	56	0.64
	13:00 - 14:00	40	31	23	64	0.63
	14:00 - 15:00	55	45	18	76	0.72
	15:00 - 16:00	54	48	11	68	0.79
TGM		781	657	15.9		

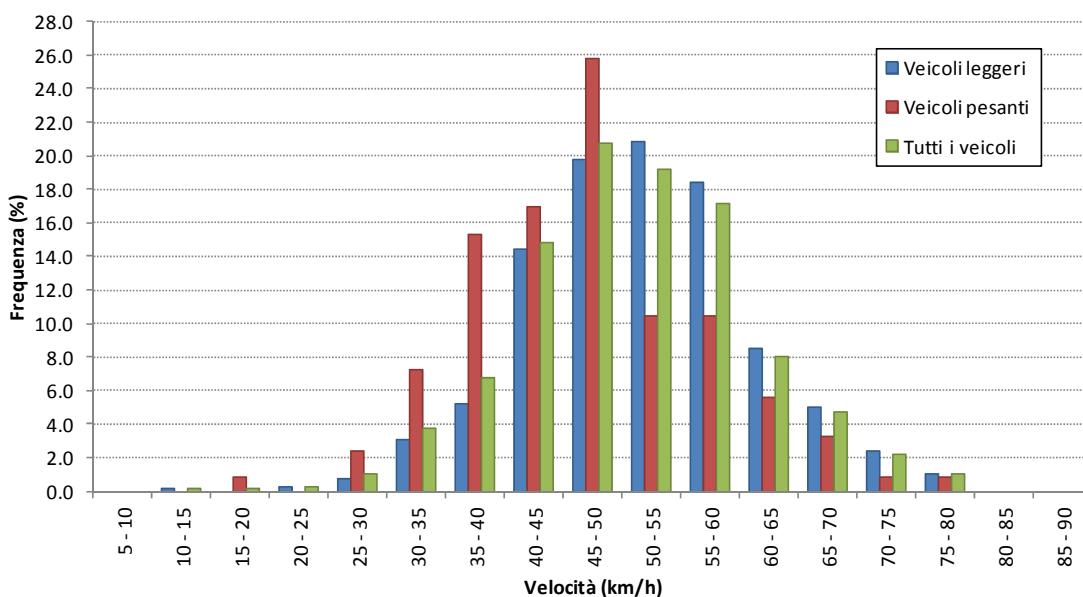




Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

CLASSI DI VELOCITA' (km/h)	TUTTI I VEICOLI		VEICOLI LEGGERI		VEICOLI PESANTI	
	FREQUENZA					
	Assoluta.	%	Assoluta.	%	Assoluta.	%
0 - 5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5 - 10	0	0.0	0	0.0	0	0.0
10 - 15	1	0.1	1	0.2	0	0.0
15 - 20	1	0.1	0	0.0	1	0.8
20 - 25	2	0.3	2	0.3	0	0.0
25 - 30	8	1.0	5	0.8	3	2.4
30 - 35	29	3.7	20	3.0	9	7.3
35 - 40	53	6.8	34	5.2	19	15.3
40 - 45	116	14.9	95	14.5	21	16.9
45 - 50	162	20.7	130	19.8	32	25.8
50 - 55	150	19.2	137	20.9	13	10.5
55 - 60	134	17.2	121	18.4	13	10.5
60 - 65	63	8.1	56	8.5	7	5.6
65 - 70	37	4.7	33	5.0	4	3.2
70 - 75	17	2.2	16	2.4	1	0.8
75 - 80	8	1.0	7	1.1	1	0.8
80 - 85	0	0.0	0	0.0	0	0.0
85 - 90	0	0.0	0	0.0	0	0.0
VELOCITA' (km/h)						
MEDIA	51.5		52.3		47.4	
DEV. ST.	9.8		9.6		10.1	
85° PERCENTILE	61.0		62.0		58.6	

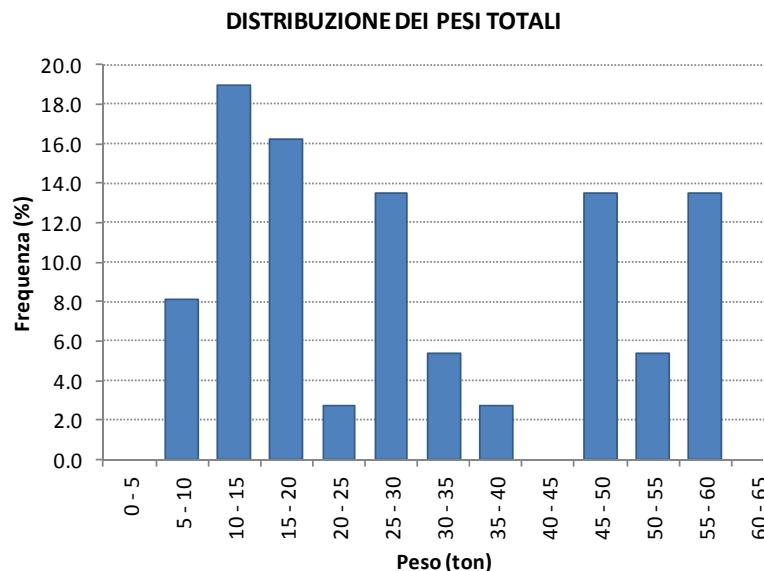
DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITA'



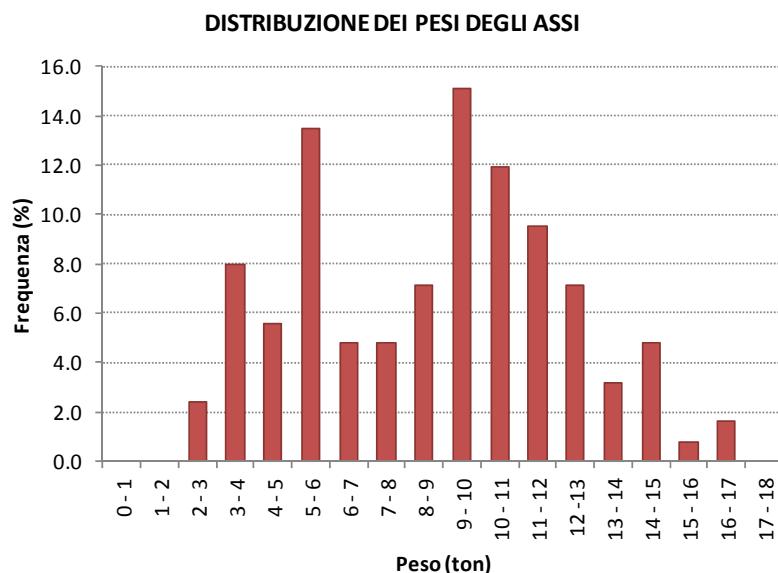


Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

PESI TOTALI		
CLASSI DI PESO (ton)	FREQUENZA	
	Assoluta.	%
0 - 5	0	0.0
5 - 10	3	8.1
10 - 15	7	18.9
15 - 20	6	16.2
20 - 25	1	2.7
25 - 30	5	13.5
30 - 35	2	5.4
35 - 40	1	2.7
40 - 45	0	0.0
45 - 50	5	13.5
50 - 55	2	5.4
55 - 60	5	13.5
60 - 65	0	0.0



PESI SINGOLI ASSI		
CLASSI DI PESO (ton)	FREQUENZA	
	Assoluta.	%
0 - 1	0	0.0
1 - 2	0	0.0
2 - 3	3	2.4
3 - 4	10	7.9
4 - 5	7	5.6
5 - 6	17	13.5
6 - 7	6	4.8
7 - 8	6	4.8
8 - 9	9	7.1
9 - 10	19	15.1
10 - 11	15	11.9
11 - 12	12	9.5
12 - 13	9	7.1
13 - 14	4	3.2
14 - 15	6	4.8
15 - 16	1	0.8
16 - 17	2	1.6
17 - 18	0	0.0



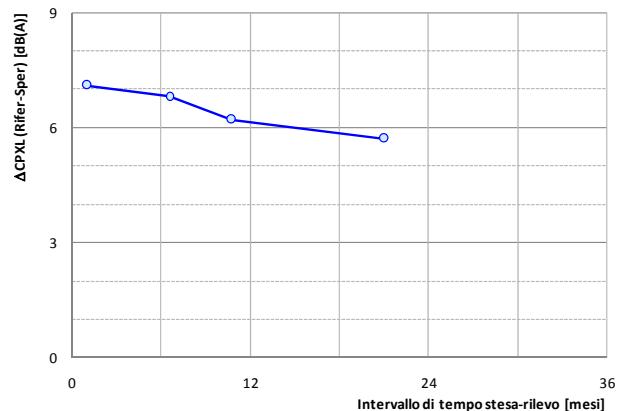
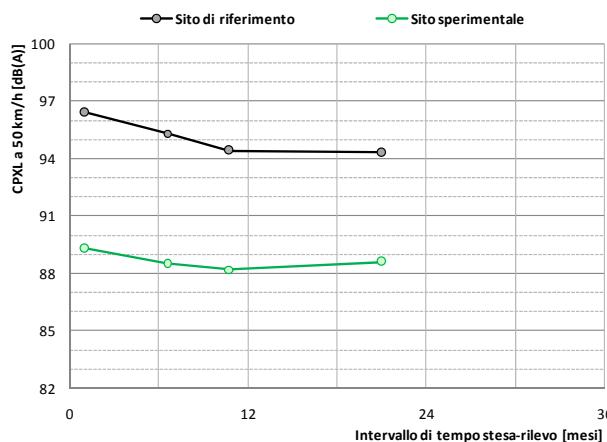
6.2.6 PRESTAZIONI ACUSTICHE

6.2.6.1 Rumore da rotolamento – CPX

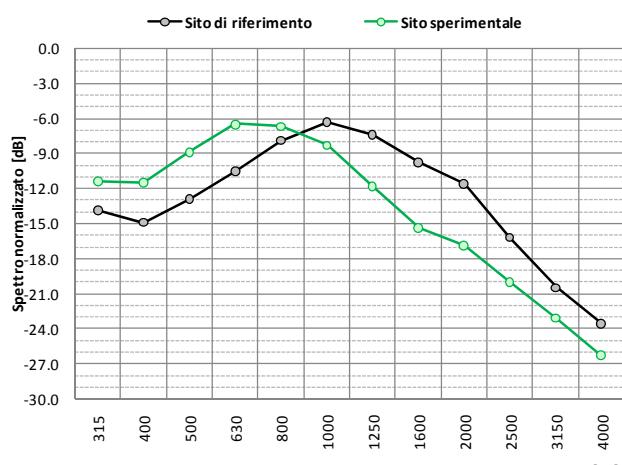
Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livello di rumore da rotolamento – CPXL a 50 km/h [dB(A)]		
		Sito di riferimento	Sito sperimentale	Differenza sito rifer-sito sperim
novembre-10	1	96.4	89.3	7.1
maggio-11	7	95.3	88.5	6.8

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livello di rumore da rotolamento – CPXL a 50 km/h [dB(A)]		
		Sito di riferimento	Sito sperimentale	Differenza sito rifer-sito sperim
settembre-11	11	94.4	88.2	6.2
luglio-12	21	94.3	88.6	5.7
Media		95.1	88.7	6.5
Dev St		1.0	0.5	0.6
COV [%]		1.0	0.5	9.7



Spettri normalizzati		
Frequenza [Hz]	Sito di riferimento [dB]	Sito Sperimentale [dB]
315	-13.9	-11.4
400	-14.9	-11.5
500	-12.9	-8.9
630	-10.5	-6.5
800	-7.9	-6.7
1000	-6.3	-8.3
1250	-7.4	-11.8
1600	-9.8	-15.4
2000	-11.6	-16.9
2500	-16.2	-20.0
3150	-20.5	-23.1
4000	-23.6	-26.3

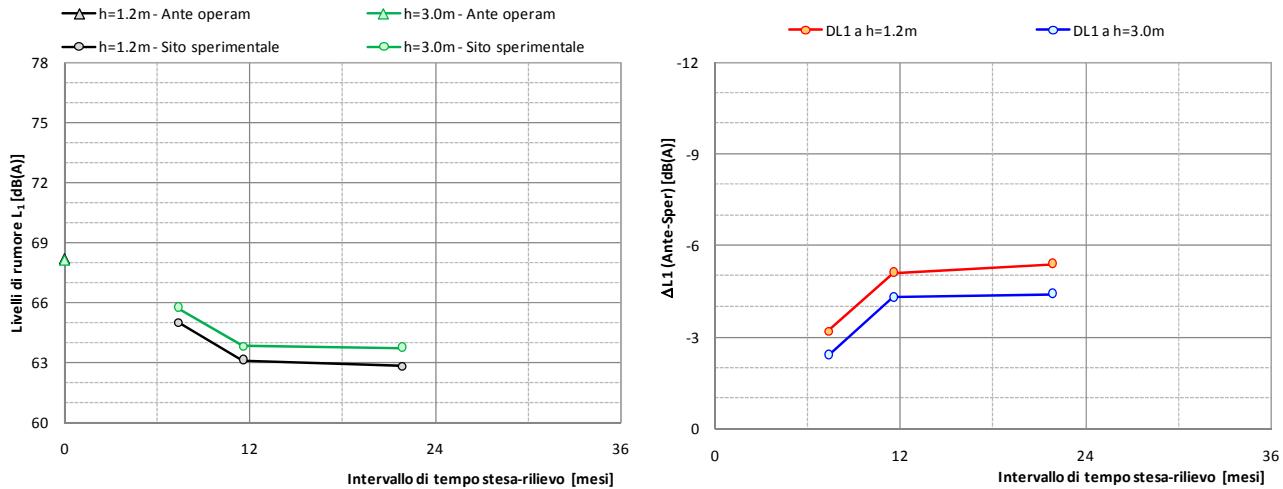


6.2.6.2 Livello di rumore a bordo strada – SPB

Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilevo [mesi]	Livelli di rumore L1 a 50 km/h [dB(A)]			
		L1 a h= 1.2 m	ΔL1 a h= 1.2 m	L1 a h= 3.0 m	ΔL1 a h= 3.0 m
ottobre-06	Ante operam	68.2		68.1	
maggio-11	7	65.0	-3.2	65.7	-2.4
settembre-11	12	63.1	-5.1	63.8	-4.3

Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

Data rilevo	Intervallo di tempo stesa-rilievo [mesi]	Livelli di rumore L1 a 50 km/h [dB(A)]			
		L1 a h= 1.2 m	ΔL1 a h= 1.2 m	L1 a h= 3.0 m	ΔL1 a h= 3.0 m
luglio-12	22	62.8	-5.4	63.7	-4.4



6.2.6.3 Coefficiente di assorbimento acustico – metodo Adrienne

Frequenza [Hz]	Coefficiente di assorbimento acustico					Valor medio
	2 mesi	7 mesi	12 mesi	22 mesi		
250	0.00	0.00	0.00	0.07		0.02
315	0.00	0.07	0.04	0.08		0.05
400	0.00	0.37	0.13	0.09		0.15
500	0.21	0.53	0.25	0.08		0.27
630	0.32	0.70	0.27	0.12		0.35
800	0.28	0.84	0.30	0.31		0.43
1000	0.12	0.80	0.34	0.25		0.38
1250	0.38	0.80	0.36	0.25		0.45
1600	0.37	0.79	0.39	0.28		0.46
2000	0.30	0.82	0.26	0.20		0.40
2500	0.28	0.78	0.26	0.16		0.37
3150	0.37	0.78	0.25	0.22		0.41
4000	0.50	0.84	0.42	0.33		0.52



Progetto Leopoldo – Caratterizzazione sito sperimentale della Provincia di Massa Carrara

