

CAPITOLO 7

CARATTERIZZAZIONE DELLA PISTA SPERIMENTALE

7.1 PREMESSE

L'indagine sperimentale oggetto del presente progetto di ricerca mira, come già introdotto al Capitolo 1, alla elaborazione di un modello analitico di decadimento delle caratteristiche superficiali del piano di rotolamento ad opera del traffico veicolare. Il progetto sperimentale è stato realizzato in collaborazione con la Provincia di Cosenza attraverso una convenzione stipulata tra il Settore Viabilità dell'ente provinciale e il Laboratorio di Materiali Stradali del Dipartimento di Pianificazione Territoriale dell'Università della Calabria.

Obiettivo specifico del Progetto di Ricerca è quello di individuare, e quantificare, le differenze di comportamento prestazionale di manti di usura realizzati con l'impiego di aggregati lapidei di diversa natura petrografica (calcare, basalto, argilla espansa) presenti in diverse percentuali nella miscela di conglomerato. Le pavimentazioni oggetto di studio sono state confezionate ad "hoc" e poste in opera su un tronco stradale in esercizio appartenente alla rete della viabilità gestita della Provincia di Cosenza (Strada Provinciale SP 243- Riva destra del Crati).

L'architettura temporale del piano sperimentale ha visto l'esplicarsi di tre distinte fasi che hanno caratterizzato il progetto come mostrato in *Fig. 7.1*.

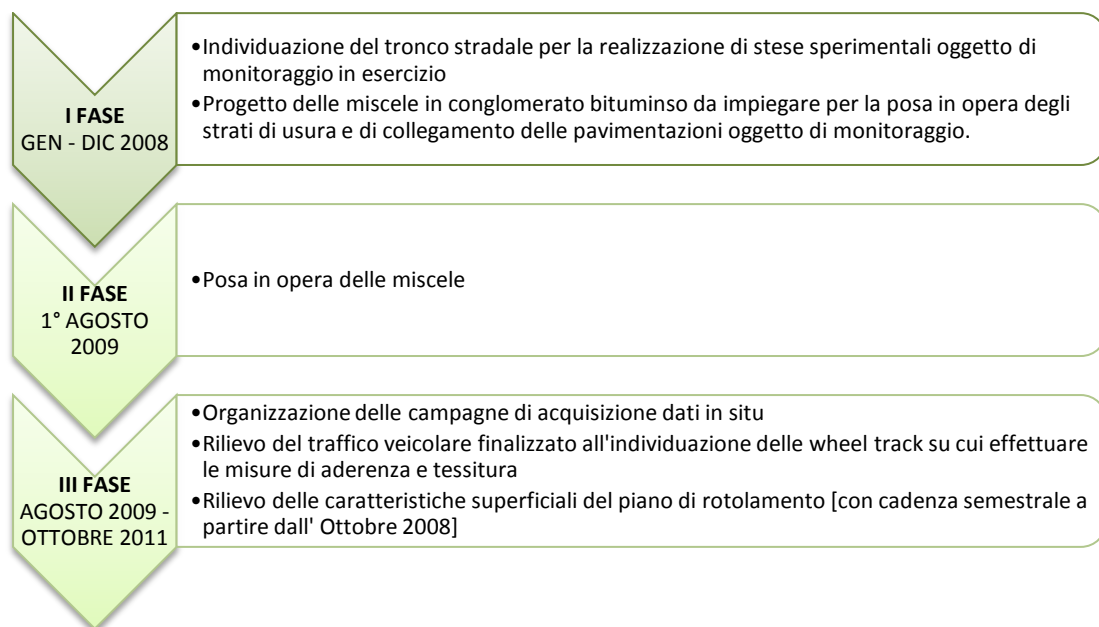


Fig. 7.1 - Architettura temporale del piano sperimentale oggetto del progetto di ricerca

L'acquisizione dati è stata seguita dalla successiva post-elaborazione degli stessi ed alla creazione di un archivio informatico da utilizzare nelle fasi successive dell'attività di ricerca. Inoltre, in base ai risultati ottenuti nelle campagne sperimentali di acquisizione dati, si è tentato di predisporre possibili protocolli di prova e di individuare soglie di accettazione per la misura delle caratteristiche superficiali del piano di rotolamento. Ciascuna delle fasi precedentemente elencate verranno di seguito più in dettaglio descritte al fine di fornire un quadro esaustivo della ricerca condotta.

7.2 PROGETTO DELLE MISCELE E VERIFICHE A CONSUNTIVO IN LABORATORIO

Sono state poste in opera, in conformità con quanto previsto nel Progetto di ricerca, n°4 miscele in conglomerato bituminoso per strato d'usura caratterizzate come segue:

- **M₀** - miscela di conglomerato bituminoso contenente lo 0% di inerti basaltici (pezzatura d > 5mm UNI) in peso sul totale della miscela di inerti;
- **M₁** - miscela di conglomerato bituminoso contenente il 15% di inerti basaltici (pezzatura d > 5mm UNI) in peso sul totale della miscela di inerti;
- **M₂** - miscela di conglomerato bituminoso contenente il 30% di inerti basaltici (pezzatura d > 5mm UNI) in peso sul totale della miscela di inerti;

- **M₃** - miscela di conglomerato bituminoso contenente l' 8% di argilla espansa¹ (pezzatura 3-11mm resistente) in peso sul totale della miscela di inerti.

In particolare, la miscela di inerti di progetto ricade all'interno del fuso di riferimento della Provincia di Cosenza (cfr. *Tabella 7.1* e *Fig. 7.2*).

Crivelli e setacci serie UNI [mm]	Fuso granulometrico di riferimento – Capitolato Speciale d'Appalto – Lavori Stradali della Provincia di Cosenza	
	Passante [%] Inferiore	Passante [%]Superiore
15	100	100
10	70	100
5	43	67
2	25	45
0,4	12	24
0,18	7	15
0,075	6	11
Tenore di legante 4,5%-6%		

Tabella 7.1 - Fuso granulometrico e prescrizioni compositive Capitolato Provincia

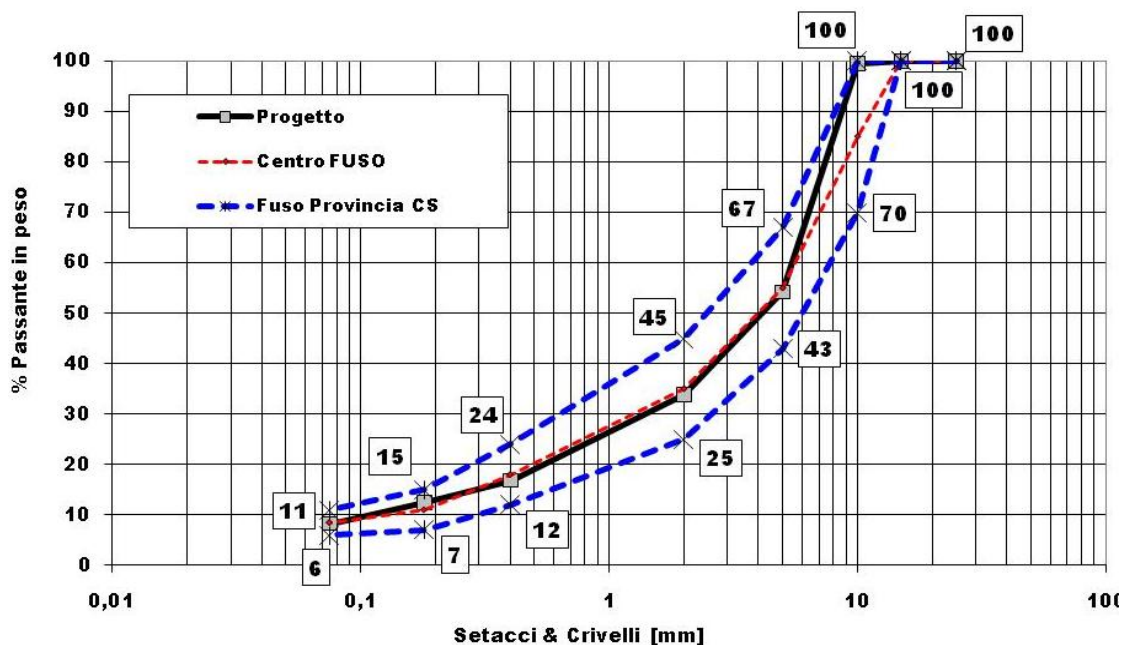


Fig. 7.2 - Fuso granulometrico Provincia Cs - Curva granulometrica di progetto

¹ Fornita a titolo gratuito dalla Laterite S.p.A. all'impianto di produzione del conglomerato bituminoso dell'Impresa Esecutrice.

Per il confezionamento delle miscele è stato impiegato un legante bituminoso modificato, le cui caratteristiche sono riportate nella *Tabella 7.2*, come sintesi delle risultanze delle prove di laboratorio effettuate.

BITUME “modificato”	
Provenienza: AGIP Petroli - Taranto	
Prove effettuate	Valori ottenuti
Penetrazione a 25°C [dmm] (EN 1426)	50
Punto di rammolimento PA [°C] (EN 1427)	74

Tabella 7.2 - Risultati delle prove di caratterizzazione del bitume

Allo scopo di verificare la rispondenza delle caratteristiche compositive delle miscele poste in opera con i requisiti compositivo-prestazionali previsti dal Capitolato Speciale d’Appalto – Lavori Stradali della Provincia di Cosenza, Settore Viabilità, si è proceduto all’analisi di laboratorio dei campioni di conglomerato prelevati alla finitrice durante le operazioni di stesa. Attraverso tale verifica è stato possibile stimare le rispondenze fra gli input di progetto scelti e i risultati reali ottenuti, in termini di percentuale di bitume contenuta nella miscela, distribuzione granulometrica degli inerti, percentuale dei vuoti attesa.

In particolare, relativamente alle curve granulometriche, è stato opportuno verificare che tutte le miscele confezionate rientrassero nel fuso granulometrico di riferimento prescritto dal capitolato [01], pur contemplando i possibili scarti tra la curva teorica di progetto e quella reale della miscela dovuti alle modalità di prelievo del materiale e alla variabilità intrinseca alla prova stessa. Le prove di laboratorio a consuntivo, estrazione del legante [02] e analisi granulometrica [03], sono state eseguite sul materiale “in frasca” prelevato durante la stesa; lo stesso materiale è stato, poi, adoperato per il confezionamento di provini secondo metodica Marshall [04]. Tali provini sono stati, quindi, sottoposti a tutte le prove necessarie ad una completa ed esaustiva caratterizzazione meccanica e volumetrica del conglomerato, ed in particolare:

- prova Marshall: determinazione della stabilità, dello scorrimento e della rigidità Marshall;
- prova di trazione indiretta [05]: determinazione della resistenza a trazione indiretta e del coefficiente di trazione indiretta;

- percentuale dei vuoti [06]: determinazione della percentuale di bitume sul peso della miscela e della massa volumica apparente della miscela di conglomerato [07].

Sono state effettuate, inoltre, prove sulla miscela dei singoli aggregati per la determinazione della massa volumica apparente dei granuli dell'aggregato [08] e del coefficiente di forma dei granuli (*Tabella 7.3*). Le caratteristiche meccaniche e fisiche dell'argilla espansa impiegata, estrapolate dalla scheda tecnica del prodotto, vengono riportate in *Tabella 7.4*.

CARATTERISTICHE AGGREGATI LAPIDEI		
Massa Volumica Apparente aggregati [g/cm ³]		
Calcare		Basalto
Diametro > 2mm	Diametro < 2mm	Diametro > 2mm
2.815	2.750	2.995
Coefficiente di forma		
Calcare		Basalto
2.23		2.39
Coefficiente di appiattimento		
Calcare		Basalto
1.40		1.59
Coefficiente di allungamento		
Calcare		Basalto
1.62		1.59
Indice di forma		
Calcare		Basalto
14		26

Tabella 7.3 - Caratteristiche degli aggregati lapidei

CARATTERISTICHE ARGILLA ESPANSA			
Densità [g/cm ³]	Resistenza alla frantumazione dei granuli [N/mm ²]	Conducibilità termica [W/mK]	CLA
0.38	1.5	0.09	>0.65

Tabella 7.4 - Caratteristiche dell'argilla espansa utilizzata²

² Tratte dalla scheda tecnica Leca - Laterlite

Le prove sulla composizione e sulle caratteristiche meccaniche-prestazionali delle miscele hanno fornito valori che riproducono, con accettabili scarti, le specifiche progettuali: le curve granulometriche, per tutte le miscele, sono molto simili fra loro e risultano conformi alla distribuzione granulometrica di progetto; in merito alle percentuali di bitume si registrano lievi scostamenti rispetto alle indicazioni di progetto. La sola miscela M3 mostra, a consuntivo, una percentuale di legante prossima all'8%. Le percentuali dei vuoti risultano sostanzialmente simili per le miscele M0, M1, M2, mentre per la miscela M3 la percentuale dei vuoti si attesta attorno all'1%. Per tutte le miscele, comunque, non si registrano percentuali dei vuoti superiori al 3,5%. Nelle *Tabelle 7.5, 7.6, 7.7, 7.8* vengono elencate le caratteristiche compositive e meccaniche delle quattro miscele verificate a consuntivo attraverso prove di laboratorio standardizzate.

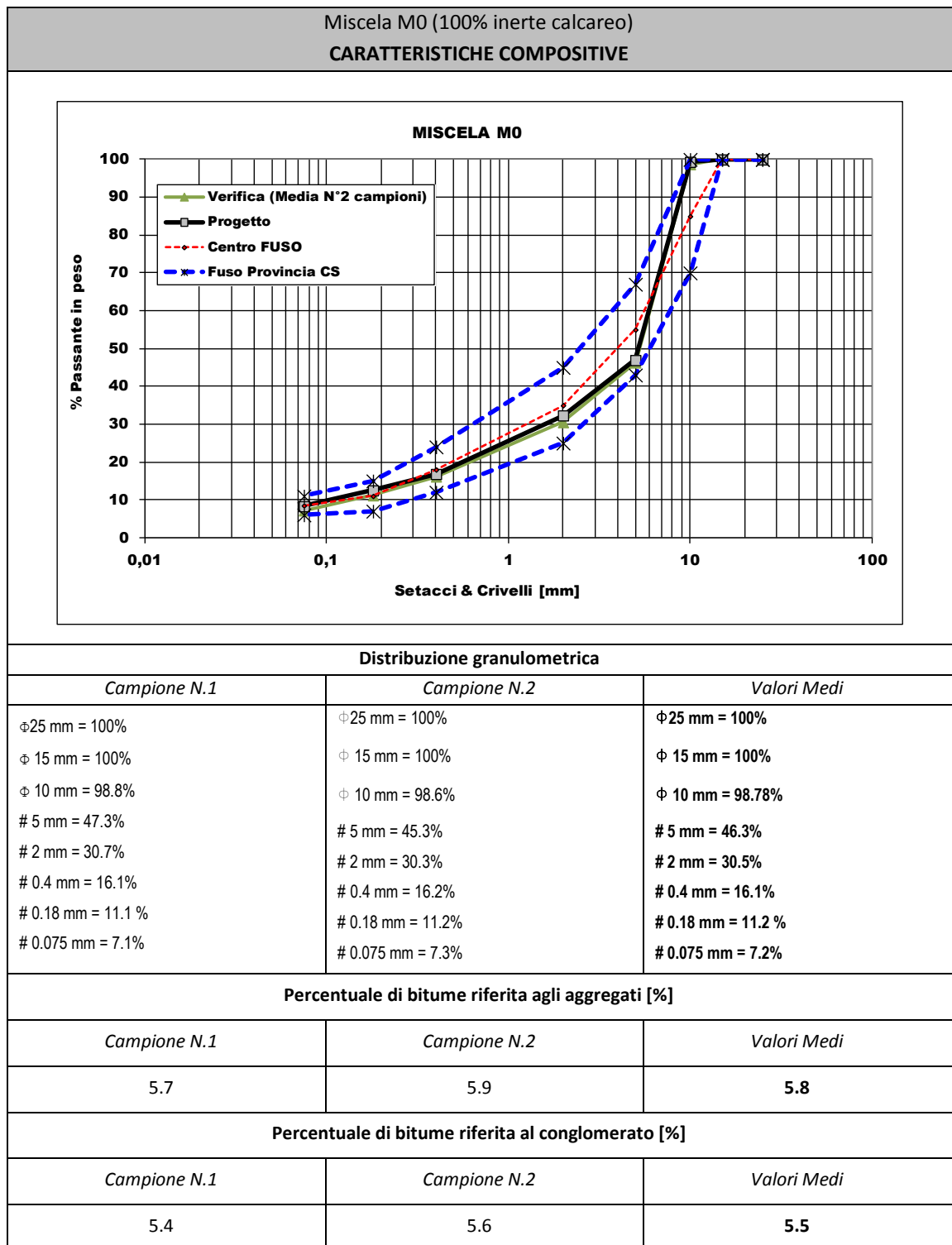


Tabella 7.5 (a) - Caratteristiche composite della miscela M0

Miscela M0 (100% inerte calcareo)		
CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE		
Massa Volumica Apparente conglomerato [g/cm ³]		
Campione N.1	Campione N.2	Valori Medi
2.48	2.49	2.485
Percentuale de vuoti [%]		
Campione N.1	Campione N.2	Valori Medi
3.0	2.7	2.85

Tabella 7.5 (b) - Caratteristiche volumetriche della miscela M0

Miscela M0 (100% inerte calcareo)			
CARATTERISTICHE MECCANICHE			
Stabilità Marshall [KN]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
23.08	20.13	20.52	21.24
Scorrimento Marshall [mm]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
4.06	3.90	3.86	3.94
Rigidezza Marshall [KN/mm]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
5.67	5.16	5.31	5.38
Resistenza a Trazione Indiretta RTI [N/mm ²]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
8.04	7.03	6.47	7.18
Coefficiente di Trazione Indiretta CTI [N/mm ²]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
894.08	776.71	511.65	727.5

Tabella 7.5 (c) - Caratteristiche meccaniche della miscela M0

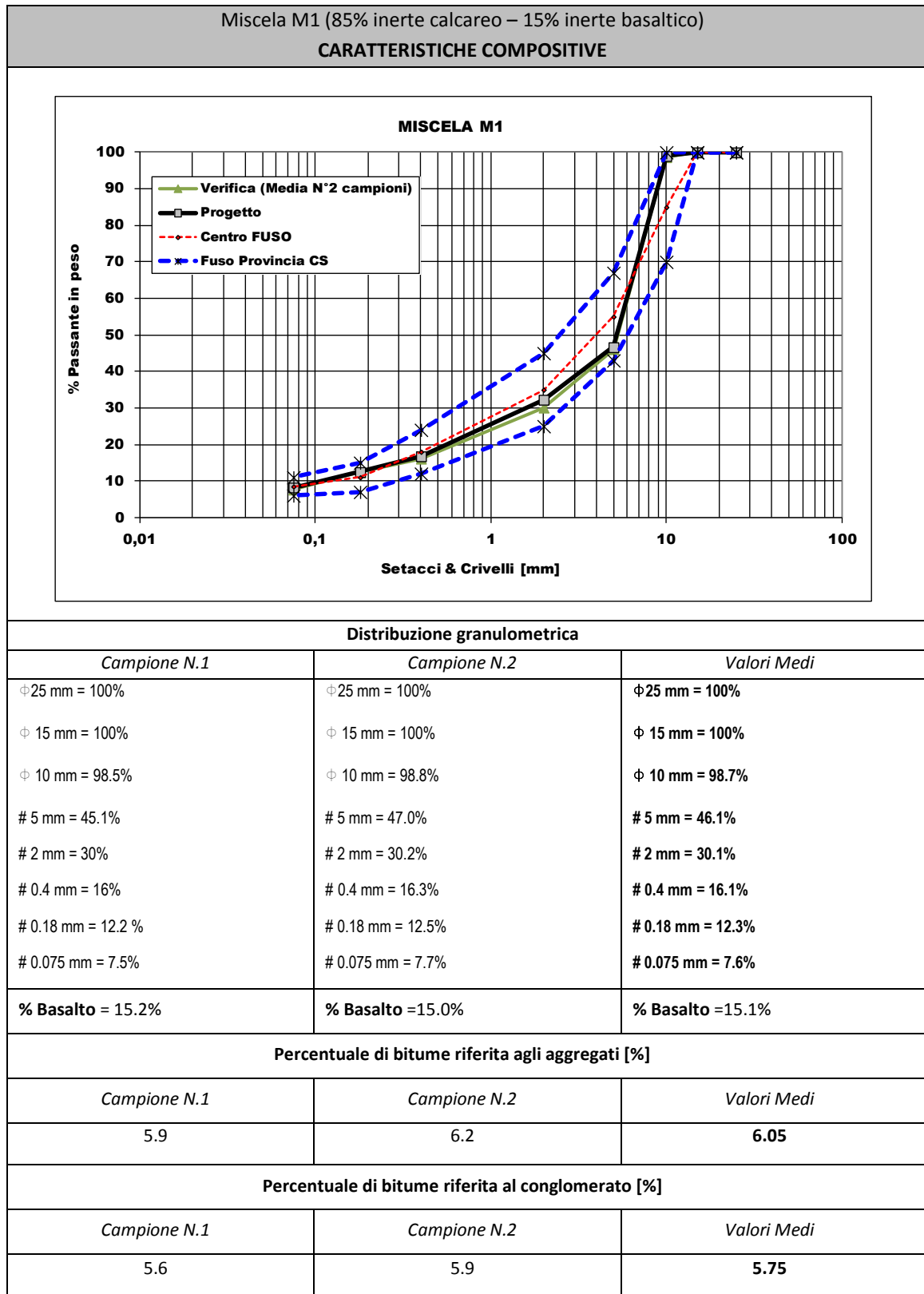


Tabella 7.6 (a) - Caratteristiche compositive della miscela M1

Miscela M1 (85% inerte calcareo – 15% inerte basaltico)		
CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE		
Massa Volumica Apparente conglomerato [g/cm ³]		
Campione N.1	Campione N.2	Valori Medi
2.51	2.00	2.25
Percentuale de vuoti [%]		
Campione N.1	Campione N.2	Valori Medi
2.57	3.04	2.80

Tabella 7.6 (b) - Caratteristiche volumetriche della miscela M1

Miscela M1 (85% inerte calcareo – 15% inerte basaltico)			
CARATTERISTICHE MECCANICHE			
Stabilità Marshall [KN]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
21.18	19.89	21.55	20.87
Scorrimento Marshall [mm]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
4.51	4.24	4.22	4.32
Rigidezza Marshall [KN/mm]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
4.69	4.69	5.11	4.83
Resistenza a Trazione Indiretta RTI [N/mm ²]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
7.93	6.85	7.55	7.44
Coefficiente di Trazione Indiretta CTI [N/mm ²]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
946.76	994.33	1037.71	992.93

Tabella 7.6 (c) - Caratteristiche meccaniche della miscela M1

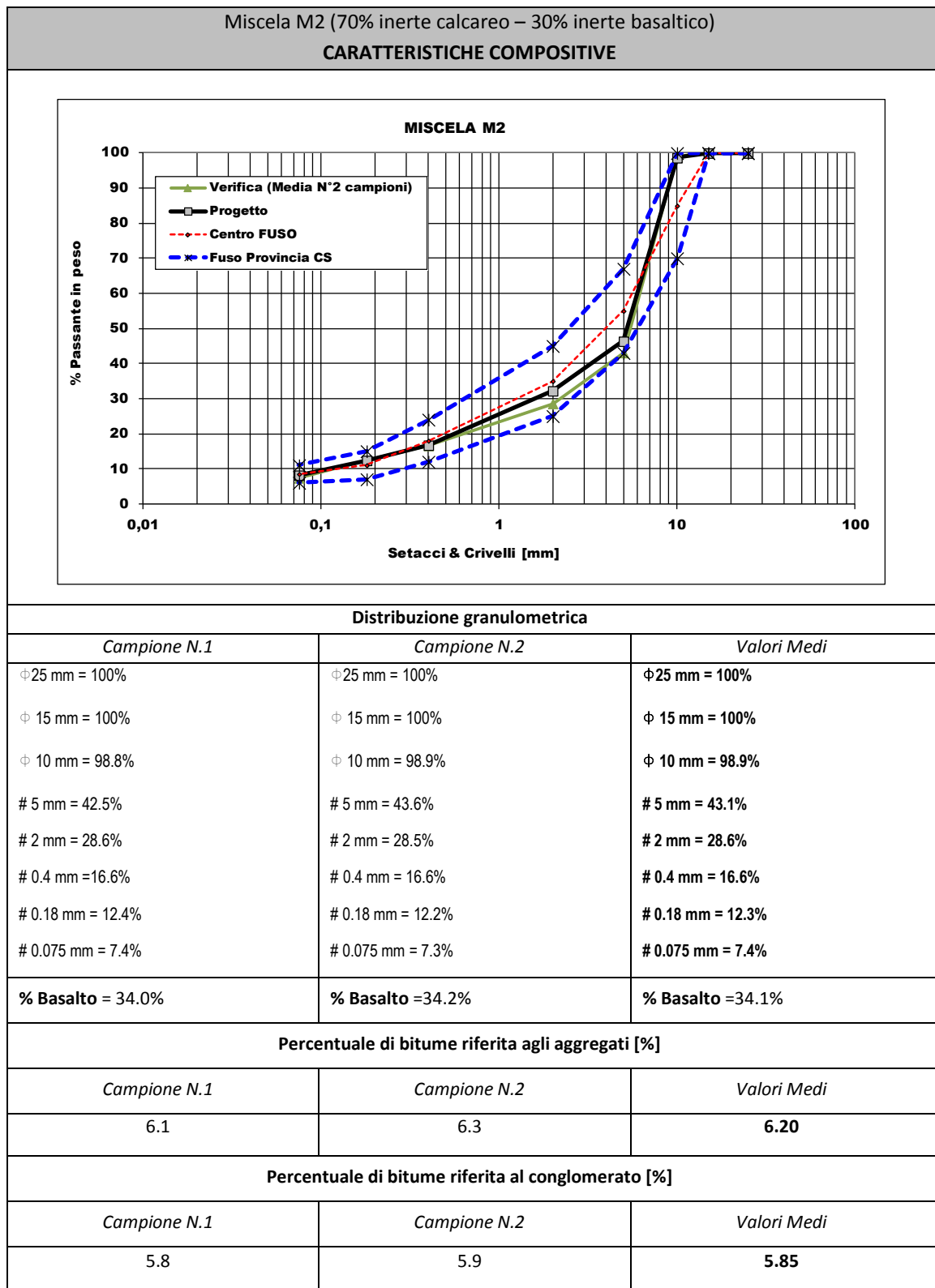


Tabella 7.7 (a) - Caratteristiche compositive della miscela M2

Miscela M2 (70% inerte calcareo – 30% inerte basaltico)		
CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE		
Massa Volumica Apparente conglomerato [g/cm ³]		
Campione N.1	Campione N.2	Valori Medi
2.51	2.51	2.51
Percentuale de vuoti [%]		
Campione N.1	Campione N.2	Valori Medi
3.10	3.36	3.20

Tabella 7.7 (b) - Caratteristiche volumetriche della miscela M2

Miscela M2 (70% inerte calcareo – 30% inerte basaltico)			
CARATTERISTICHE MECCANICHE			
Stabilità Marshall [KN]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
21.42	23.42	21.81	22.21
Scorrimento Marshall [mm]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
3.417	4.00	2.08	3.43
Rigidezza Marshall [KN/mm]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
6.27	5.85	7.58	6.57
Resistenza a Trazione Indiretta RTI [N/mm ²]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
6.97	6.67	7.60	7.08
Coefficiente di Trazione Indiretta CTI [N/mm ²]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
815.36	521.71	1096.64	811.24

Tabella 7.7 (c) - Caratteristiche meccaniche della miscela M2

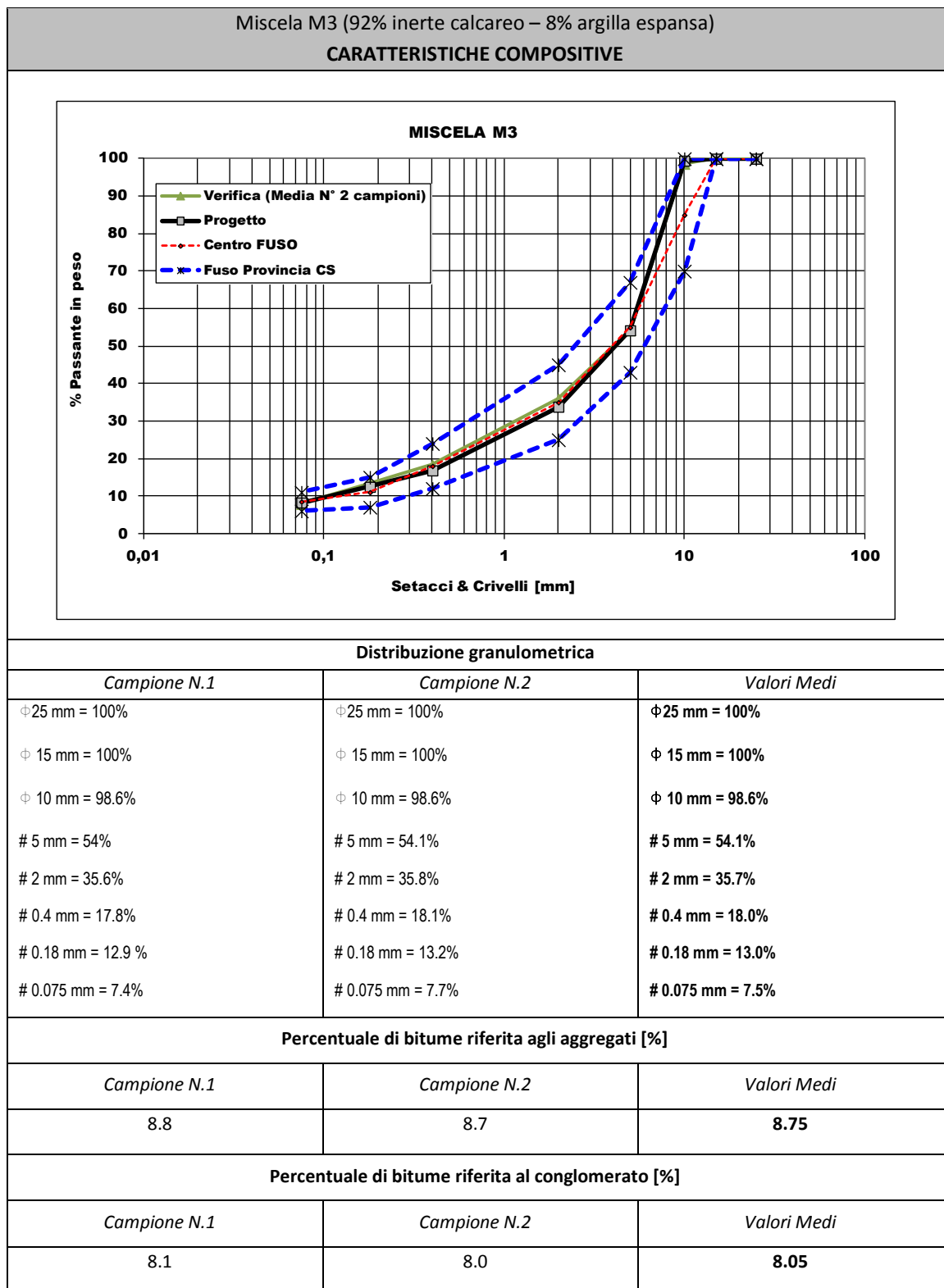


Tabella 7.8 (a) - Caratteristiche composite della miscela M3

Miscela M3 (92% inerte calcareo – 8% argilla espansa)		
CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE		
Massa Volumica Apparente conglomerato [g/cm ³]		
Campione N.1	Campione N.2	Valori Medi
2.06	2.05	2.055
Percentuale de vuoti [%]		
Campione N.1	Campione N.2	Valori Medi
1.0	1.2	1.1

Tabella 7.8 (b) - Caratteristiche volumetriche della miscela M3

Miscela M3 (92% inerte calcareo – 8% argilla espansa)			
CARATTERISTICHE MECCANICHE			
Stabilità Marshall [KN]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
17.25	18.25	18.00	17.84
Scorrimento Marshall [mm]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
3.65	4.30	3.66	3.87
Rigidezza Marshall [KN/mm]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
4.72	4.25	4.92	4.63
Resistenza a Trazione Indiretta - RTI [N/mm ²]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
5.26	5.27	5.39	5.31
Coefficiente di Trazione Indiretta - CTI [N/mm ²]			
Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valori medi
483.55	435.83	510.31	456.56

Tabella 7.8 (c) - Caratteristiche meccaniche della miscela M3

Un quadro sinottico delle caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche medie determinate a valle delle verifiche a consuntivo di laboratorio per tutte le miscele è riportato in *Tabella 7.9*. Nella medesima tabella vengono forniti, inoltre, i limiti di Capitolato [09] relativi a ciascuna prova effettuata.

	COMPOSITIVE		VOLUMETRICHE		MECCANICHE Marshall			MECCANICHE Trazione Indiretta	
	% Bitume ³ [%]	% Basalto [%]	M.V.A. ⁴ [g/cm ³]	% Vuoti [%]	Stabilità [KN]	Scorr. [mm]	Rigidezza [KN/mm]	RTI [N/mm ²]	CTI [N/mm ²]
M0	5.8	-	2.485	2.85	21.24	3.94	5.38	7.18	727.5
M1	6.05	15.1	2.25	2.80	20.87	4.32	4.83	7.44	992.9
M2	6.20	34.1	2.51	3.20	22.21	3.43	6.57	7.08	811.2
M3	8.75	-	2.055	1.10	17.84	3.87	4.63	5.31	456.5
Limiti da Capitolato (SITEB - Usure tradizionali con bitume modificato) [09]									
	% Bitume ⁵ [%]	% Basalto [%]	M.V.A. ⁶ [g/cm ³]	% Vuoti [%]	Stabilità [KN]	Scorr. [mm]	Rigidezza [KN/mm]	RTI [N/mm ²]	CTI [N/mm ²]
	4,5-6,0	30%	-	3,0-5,0	>12.0	-	3,5-5,0	-	-

Tabella 7.9 - Valori medi delle principali caratteristiche compositive delle miscele e confronto con i limiti capitolari

7.3 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO E DESCRIZIONE DEL SITO SPERIMENTALE

Il sito sperimentale predisposto è la Strada Provinciale SP 243- Riva destra del Crati. L'inquadrimento cartografico e l'individuazione dei sottotronchi scelti per la posa in opera delle usure sperimentali è riportato in *Fig. 7.3*.

³ Riferita alla miscela di inerti

⁴ Massa Volumica apparente della miscela di aggregati

⁵ Riferita alla miscela di inerti

⁶ Massa Volumica apparente della miscela di aggregati

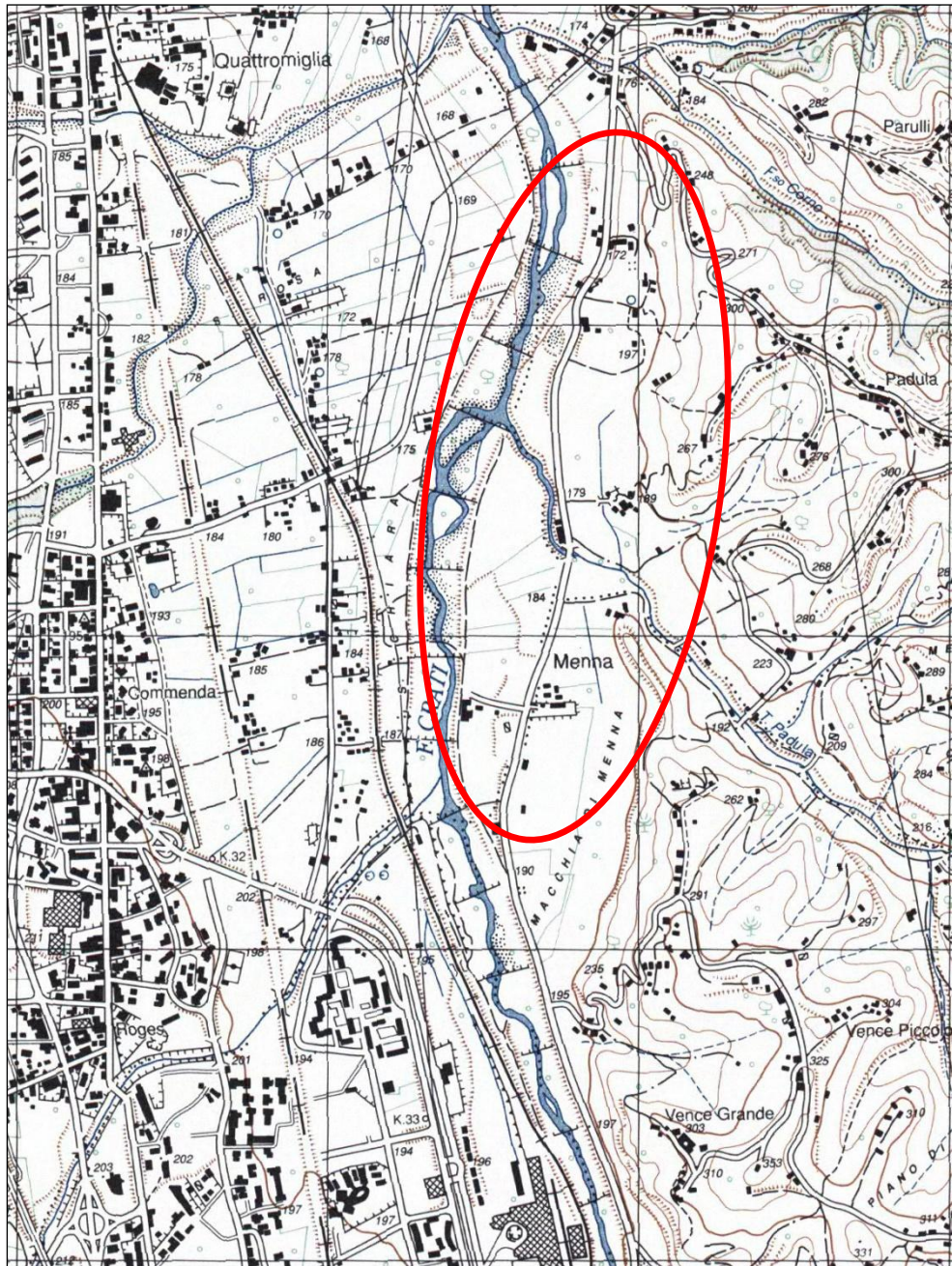


Fig.7.3 - Inquadramento cartografico della zona interessata dal sito sperimentale

Per ottenere una visione globale dell'evoluzione delle prestazioni superficiali, in termini di decadimento per azioni tangenziali longitudinali e tangenziali al verso del moto, è stata realizzata, per ciascuna miscela sopra indicata, una stesa che ha interessato un sottotrancio stradale costituito da un tratto in Rettifilo [R] seguito (o preceduto) da uno in curva [C], di raggio inferiore a 100m (cfr. Fig.7.4).

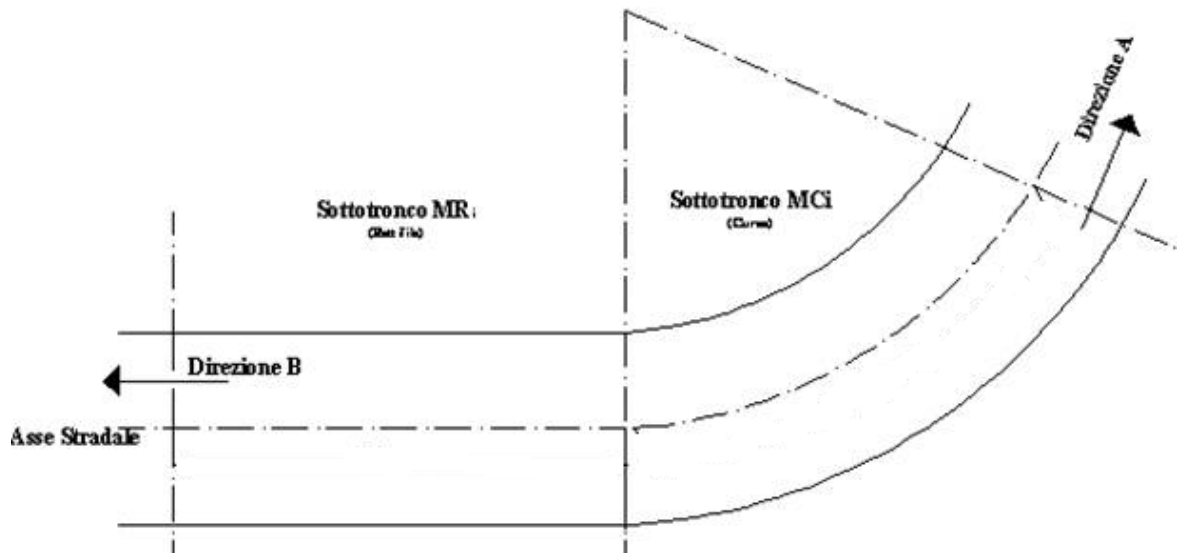


Fig.7.4 - Schematizzazione andamento planimetrico dei tronchi sperimentali

Le Figg.7.5 - mostrano le foto aeree dei quattro sottotracchi stradali con l'identificazione planimetrica delle sezioni oggetto della sperimentazione, nonché dei tratti in rettilo ed in curva.



Fig.7.5 (a) - Sottotracco M0



Fig.7.5 (b) - Sottotronco M1



Fig.7.5 (c) - Sottotronco M2

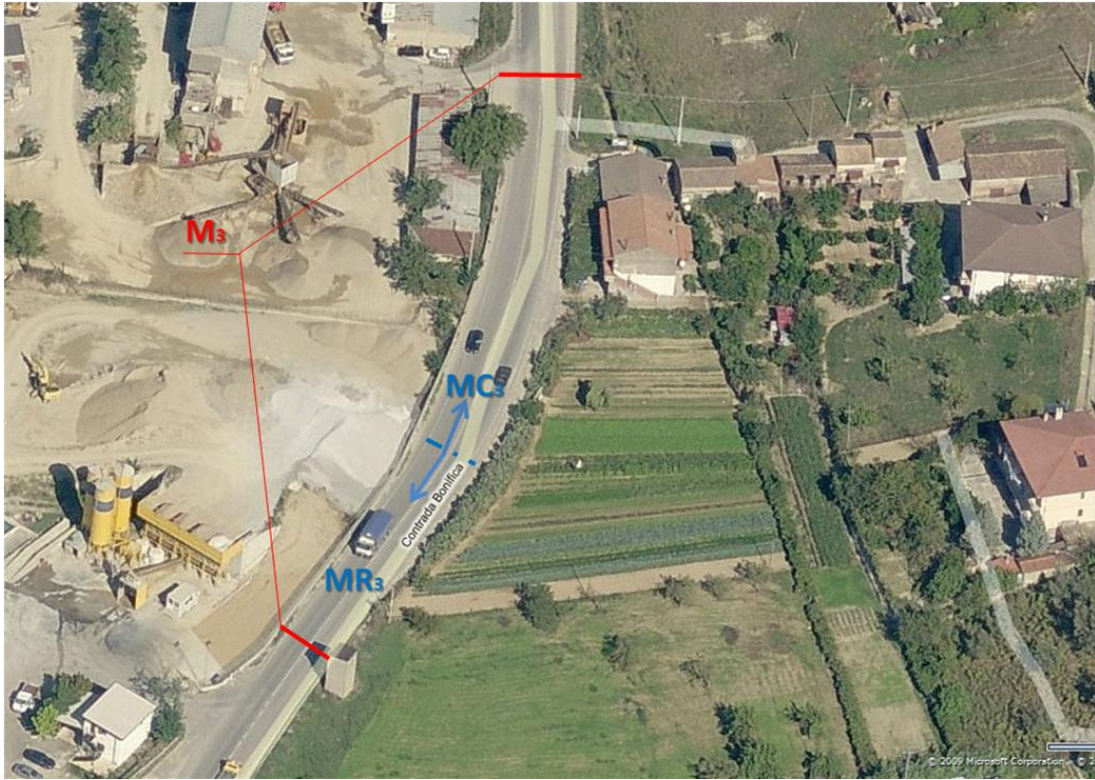


Fig.7.5 (d) - Sottotrancio M3

In Tabella 7.9 sono indicati i principali dati caratteristici delle sezioni di monitoraggio.

Miscela	Sottotrancio stradale	Elemento geometrico tracciato stradale	N° sezioni monitorate	Direzione Traffico veicolare
M0	Nord	Rettifilo + Curva	4+4	Cosenza
	Sud	Rettifilo + Curva	4+4	Castiglione C.
M1	Nord	Rettifilo + Curva	5+5	Cosenza
	Sud	Rettifilo + Curva	5+5	Castiglione C.
M2	Nord	Rettifilo + Curva	6+6	Cosenza
	Sud	Rettifilo + Curva	6+6	Castiglione C.
M3	Nord	Rettifilo + Curva	5+5	Cosenza
	Sud	Rettifilo + Curva	5+5	Castiglione C.

Tabella 7.9 - Dati caratteristici delle sezioni di monitoraggio

Il numero punti delle sezioni di misura, come si evince dalle indicazioni fornite in *Tabella 7.9*, sono variabili da tratto a tratto; tale variabilità è legata alla lunghezza effettiva dei singoli sottotronchi.

7.4 PREDISPOSIZIONE DELLA SEGNALETICA VERTICALE

Ciascun tratto interessato dalla stesa sperimentale deve essere chiaramente identificabile per i conducenti dei veicoli che transitano sul tronco stradale. Pertanto è stato necessario predisporre e, successivamente, collocare in situ, un'adeguata segnaletica verticale.

I dispositivi realizzati sono essenzialmente costituiti da un segnale quadrato su supporto metallico; la "figura" del segnale contiene una serie di informazioni relativamente a:

- tipologia di sito e finalità della sperimentazione in atto;
- indicazioni di inizio/fine tratto;

In merito alla collocazione dei segnali verticali, il Codice della Strada (Art.39) (Art. 81 del Regolamento di attuazione), prevede che : " I segnali da ubicare sul lato della sede stradale (segnali laterali) devono avere il bordo verticale interno a distanza non inferiore a 0,30 m e non superiore a 1,00 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina. Distanze inferiori, purché il segnale non sporga sulla carreggiata, sono ammesse in caso di limitazione di spazio. I sostegni verticali dei segnali devono essere collocati a distanza non inferiore a 0,50 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina; in presenza di barriere i sostegni possono essere ubicati all'esterno e a ridosso delle barriere medesime, purché non si determinino sporgenze rispetto alle stesse." Lo stesso articolo prevede che "L'altezza minima dei segnali laterali e' di 0,60 m e la massima e' di 2,20 m".

Per il sito sperimentale sono stati, dunque, predisposti due segnali "principali" da collocare ad inizio e fine del macrotronco contenenti la descrizione sommaria dell'obiettivo della sperimentazione (*cfr Fig.7.6*).



Fig. 7.6 - Segnaletica verticale identificativa del tronco sperimentale

Si è predisposta, poi, l'installazione di due ulteriori segnali (inizio/fine per senso di marcia) per ogni sottotronco, atti all' identificazione degli stessi attraverso la relativa nomenclatura scelta (cfr. Fig. 7.7).



Fig. 7.7 - Segnaletica verticale identificativa del singolo sottotronco

In tutti i casi rappresentati le dimensioni dei pannelli e dei pali di supporto è stata desunta dalle indicazioni fornite dal Regolamento di Attuazione dell'Art. 39 del Codice della Strada. Nello specifico la geometria del segnale quadrato impiegato è illustrata in Fig. 7.8, (Tabella II.6 Regolamento di Attuazione). La figura o faccia del segnale è stata realizzata, secondo norma, mediante materiali retroriflettenti o non e colorati, sui quali sono rappresentati i simboli in conformità alle disposizioni del Codice della Strada (Decreto Legislativo n° 285 del 30 aprile 1992) e del Regolamento per l'esecuzione del Codice della Strada (D.P.R. n° 495 del 16 dicembre 1992).

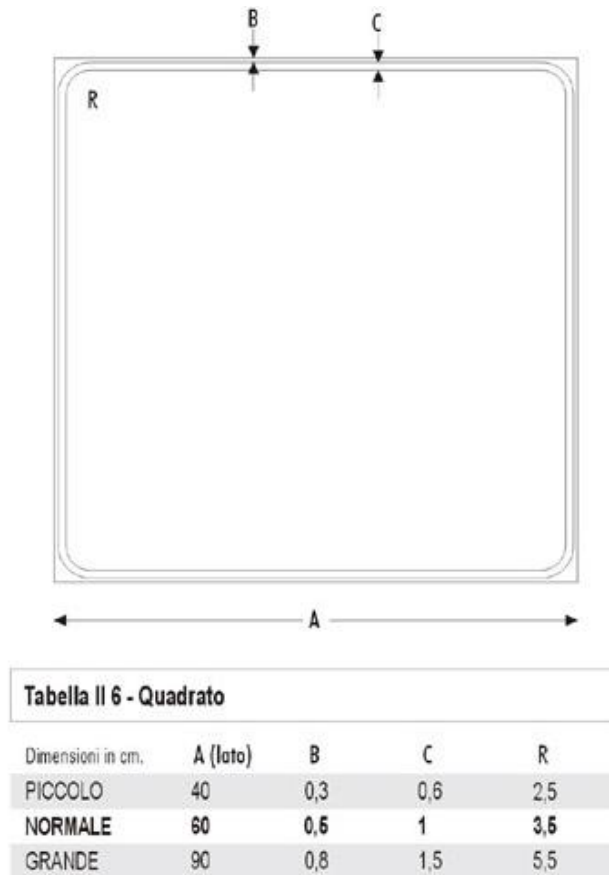


Fig. 7.8 - Geometria del segnale quadrato utilizzato

7.5 POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Il conglomerato bituminoso prodotto in impianto è stato successivamente portato in cantiere per la posa in opera. Prima della posa del materiale si è opportunamente provveduto alla preparazione del piano di posa con la rimozione dello strato superficiale della pavimentazione esistente per una profondità di 10 cm attraverso la comune operazione di fresatura. Per garantire l'ancoraggio tra piano di posa e conglomerato bituminoso è stata realizzata la cosiddetta "mano di attacco": sulla superficie di posa viene spruzzata con macchina spargitrice un'emulsione bituminosa al 60%. Solo a seguito dell'ossidazione della superficie di ancoraggio (10 - 60 min) si è proceduto alla stesa del conglomerato per lo strato di binder dello spessore di 7 cm e per lo strato di usura dello spessore di 3cm, mediante macchina vibrofinitrice. La successiva compattazione è stata effettuata con rullo vibrante. Il conglomerato, essendo costituito da bitume modificato, è stato posto in opera alla temperatura di 160°C (temperatura

misurata alla finitrice). Dalla stessa finitrice sono stati prelevati i campioni di conglomerato destinati alle verifiche a consuntivo presso il Laboratorio dei Materiali Stradali del Dipartimento di Pianificazione Territoriale dell'Università della Calabria.

Le *Figg. 7.9* mostrano la sequenza temporale delle operazioni eseguite per la posa in opera delle miscele sperimentali.



Fig. 7.9 (a) - Fresatura strati superficiali



Fig. 7.9 (b)- Fresatura strati superficiali



Fig. 7.9 (c)- Fresatura strati superficiali



Fig. 7.9 (d)- Fresatura strati superficiali



Fig. 7.9 (e) - Verifica degli spessori



Fig. 7.9 (f) – Pulitura del piano di posa



Fig.7.9 (g) - Preparazione delle superfici di stesa



Fig.7.9 (h) - Preparazione delle superfici di stesa



Fig.7.9 (i)- Posa in opera degli strati superficiali



Fig.7.9 (l) - Posa in opera degli strati superficiali



Fig.7.9 (m) - Rullatura degli strati superficiali



Fig.7.9 (n)- Prelievo del materiale



Fig.7.9 (o)- Prelievo del materiale e verifica delle temperature



Fig.7.9 (p)- Prelievo del materiale e verifica delle temperature

7.6 IDENTIFICAZIONE DELLE WHEEL TRACK

La fase preliminare, necessaria all'identificazione delle wheel track sulla superficie stradale, cioè quei punti della sezione trasversale sui quali effettuare le misure e che sono rappresentativi delle zone più "battute" dai pneumatici veicolari, è stata caratterizzata da un'analisi dei flussi di traffico condotta per brevità operativa nei soli tratti M2 ed M3, attraverso l'acquisizione dei volumi transitanti sulle sezioni stradali in giorni feriali della settimana [10]. La scelta di effettuare il monitoraggio in giorni lavorativi è stata dettata dal fatto che la zona è caratterizzata dalla presenza di cave di aggregati lapidei fluviali, insediamenti industriali etc, ed è anche arteria principale di collegamento fra la città di Cosenza ed i centri abitati a nord-est della città stessa. Una consistente aliquota di traffico si concentra nei giorni infrasettimanali, soprattutto nelle seguenti fasce orarie:

- 08:00-09:00
- 12:00 - 13:00
- 16:30-18:00

L'acquisizione dei dati relativi ai volumi di traffico è stata eseguita attraverso conteggio manuale dei flussi per 1 ora e 30 minuti nelle tre fasce orarie precedentemente elencate. I volumi registrati sono stati, inoltre, catalogati per intervalli di 15 minuti ciascuno. Il flusso in transito è stato poi classificato per categoria di veicoli, differenziando fra automobili, motocicli a 3 ruote, veicoli commerciali (furgoni), autobus e camion attraverso una procedura di catalogazione per numero di assi (2, 3, 4 e 5 assi). In tal modo è stato possibile determinare i flussi orari giornalieri nonché individuare le ore di punta.

Lo studio delle traiettorie veicolari ha visto l'esecuzione di riprese video effettuate con videocamera predisposta in situ in una giornata soleggiata, con traffico particolarmente intenso e circolazione in regime di flusso ininterrotto, senza nessun tipo di problema "specifico" che ne potesse condizionare quella che è la quotidiana e regolare marcia dei veicoli. Per problemi relativi alla collocazione in situ delle apparecchiature atte alle riprese video, le stesse sono state eseguite su 2 dei 4 tronchi sperimentali, in particolare M2 ed M3, secondo i seguenti intervalli temporali:

- a) Tratto M2 – Rettifilo: ripresa iniziata alle 8:50 per 30 minuti consecutivi;
- b) Tratto M2 – Curva: ripresa iniziata alle 9:20 per 30 minuti consecutivi;
- c) Tratto M3 – Curva: ripresa iniziata alle 10:00 per 30 minuti consecutivi;

d) Tratto M3 – Rettifilo: ripresa iniziata alle 10:30 per 30 minuti consecutivi;

L'acquisizione di immagini differenziata per sottotratto si è rivelata necessaria perché l'utente, nella sua percezione della strada durante la guida, tende ad affrontare traiettorie diverse e a subire condizionamenti a seconda che si trovi in curva o in rettilineo. Nelle Fig. 7.10-7.11 vengono riportati gli schemi dei tratti considerati con relativa individuazione del punto di osservazione per la registrazione dei filmati. Collocando il tre piede con la telecamera a bordo strada si è proceduto alle riprese video senza determinare interferenze con la marcia dei veicoli evitando, in tal modo, l'insorgere di condizionamenti nella scelta delle traiettorie.

TRATTO M2

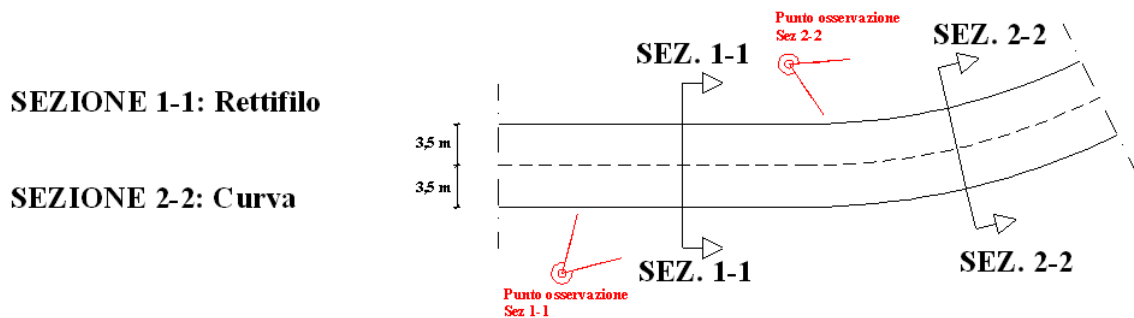


Fig. 7.10 - Schematizzazione del tratto sperimentale M2 e del posizionamento dei punti di rilievo

TRATTO M3

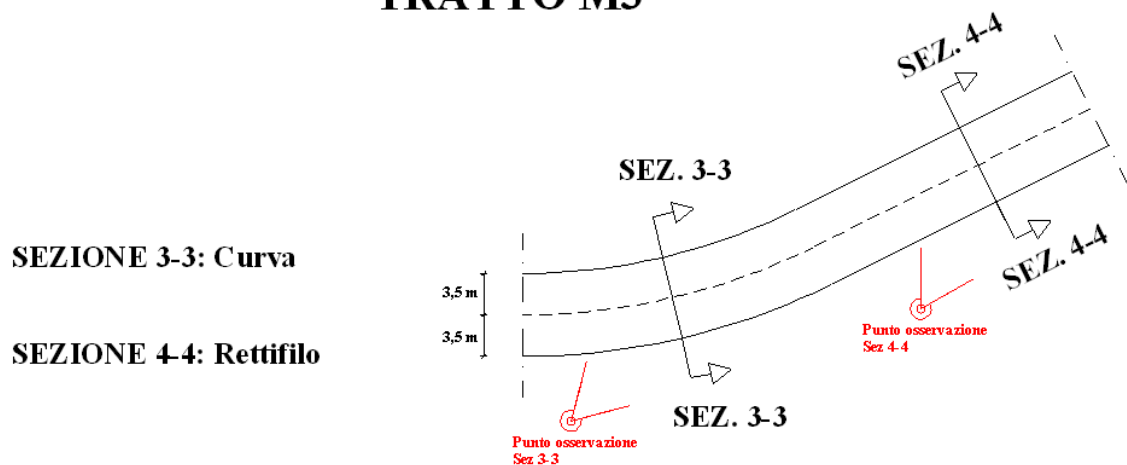


Fig. 7.11 - Schematizzazione del tratto sperimentale M3 e del posizionamento dei punti di rilievo

Nelle Figg. 7.12 sono invece schematizzate le sezioni di rilievo individuate e tracciate sulle foto aeree dei tratti M2 ed M3.



Fig. 7.12 (a) - Tratto sperimentale M2 – Rettifilo - Sez. 1-1.

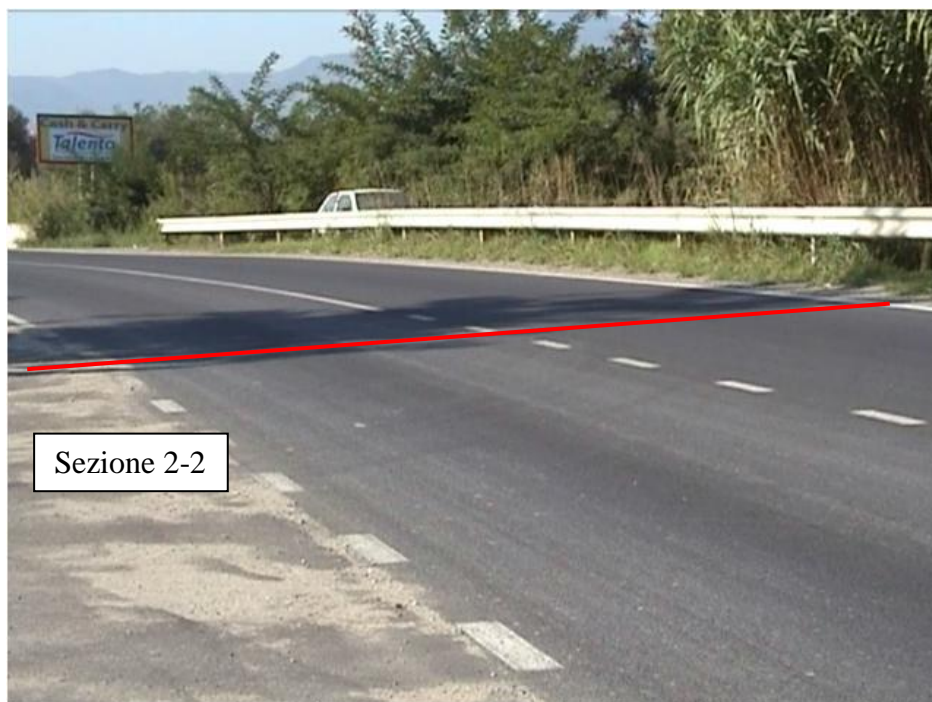


Fig. 7.12 (b) - Tratto sperimentale M2 – Curva - Sez. 2-2.



Fig. 7.12 (c) - Tratto sperimentale M3 – Curva - Sez. 3-3.

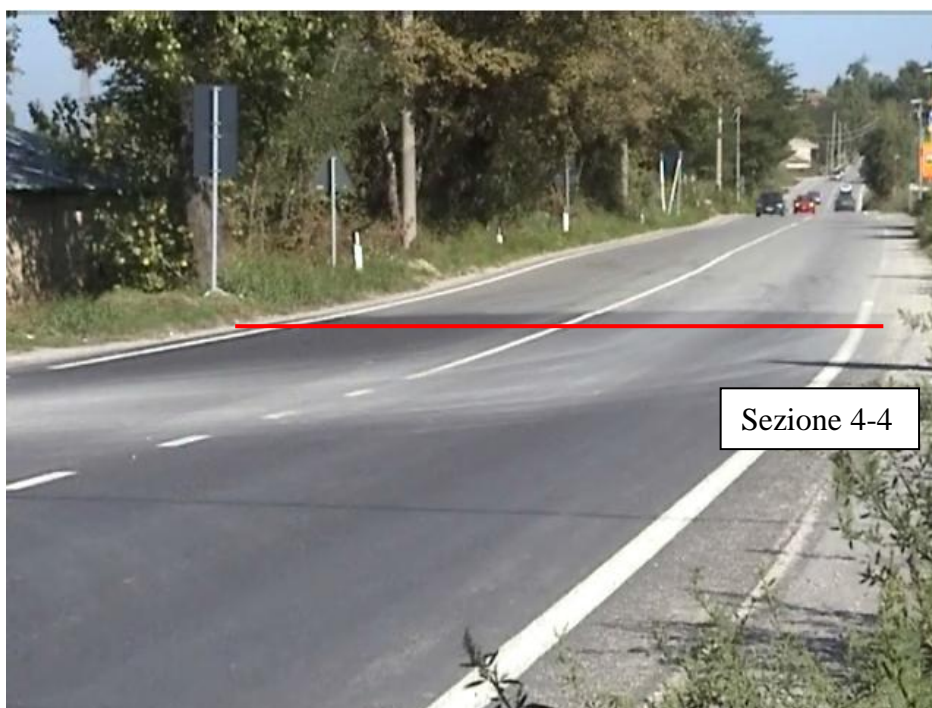


Fig. 7.12 (d) - Tratto sperimentale M3 – Rettifilo - Sez. 4-4.

7.6.1 Elaborazione delle riprese video

Alle riprese video eseguite in situ è seguita una fase di rivisitazione e trasformazione del materiale in formato *.AVI, in modo da poter effettuare una *review* con l'ausilio di appositi software e poter così trarre tutti i dati necessari all'analisi delle traiettorie veicolari. Il software utilizzato per manipolare i files acquisiti è *Premier 6.5*; tale software è stato configurato per avere un avanzamento del video non a tempo, ma in frame⁽⁷⁾. Poiché 1800 frame corrispondono esattamente ad un minuto, ogni 30 minuti di video (tempo di acquisizione di ogni "blocco"), sono caratterizzati dalla successione continua di 54000 frame. Questo modo di procedere ha consentito di bloccare l'immagine in ogni istante per una più precisa rilettura dei dati. A tale scopo, la sezione trasversale di ogni corsia è stata suddivisa in segmenti della medesima lunghezza, grazie ai segni identificativi della sezione tracciati a terra sul margine laterale durante le operazioni di acquisizione video e visibili anche a schermo.

Visualizzata l'immagine a schermo si è proceduto alla suddivisione della corsia della larghezza di 3,5 metri in 10 segmenti della medesima larghezza (35 centimetri), lungo la direzione individuata dalla retta di sezione. Per la sez. 3-3, poiché si è osservata la tendenza dei conducenti a scegliere traiettorie prossime alla banchina laterale, è stato necessario individuare 11 segmenti piuttosto che 10 (*Fig.7.13 a -b*)

⁽⁷⁾ Unità di misura che divide un video in sequenza di immagini.



Fig. 7.13 (a) - Costruzione geometrica della sezione stradale e dei segmenti.

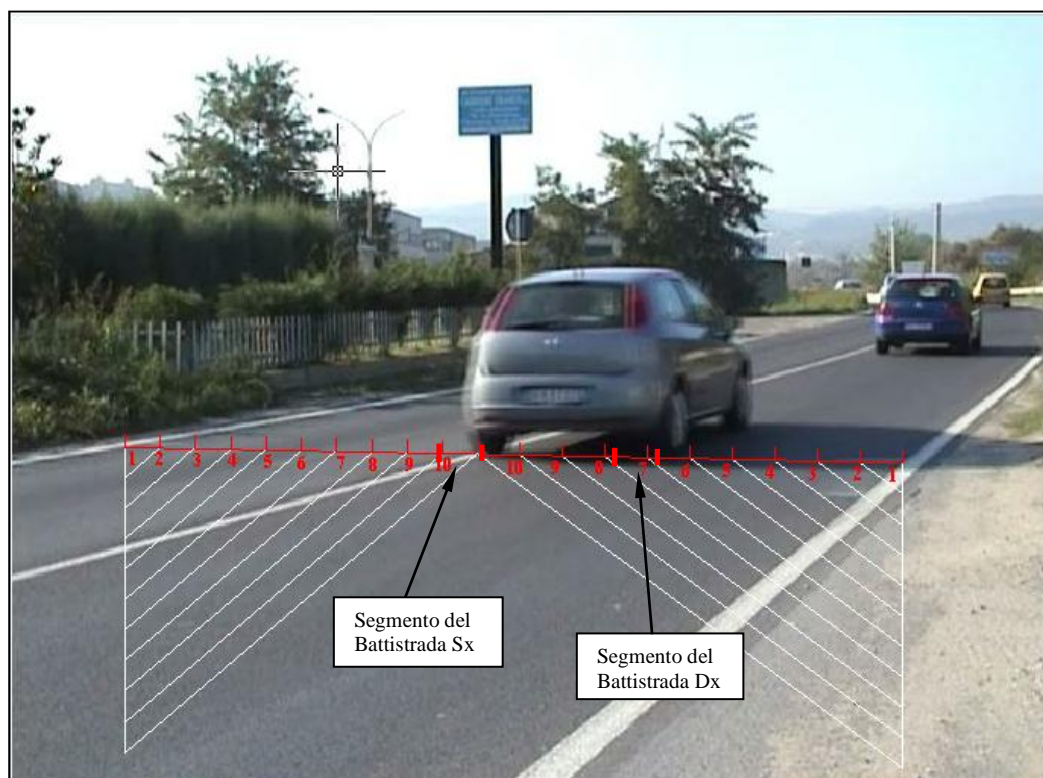


Fig. 7.13 (b) - Esempio di veicolo che attraversa 2 segmenti

La costruzione geometrica così ottenuta consente, durante la visualizzazione di ciascun frame, di individuare l'esatto segmento "battuto" dal battistrada destro e sinistro del singolo veicolo. Il monitoraggio per frame successivi ha consentito, altresì, l'individuazione della tipologia di veicolo transitante.

Per ogni sezione e per ogni corsia è stato possibile tracciare un quadro esaustivo delle caratteristiche del traffico veicolare, in termini di numero di veicoli transitanti nella sezione di riferimento, tipologia di veicolo, segmenti attraversati dai battistrada destro e sinistro opportunamente numerati e minuto di riferimento. Sono state inoltre individuate le particolari situazioni di incertezza per l'analisi, quali, ad esempio, veicoli in fase di sorpasso, mancata visibilità del veicolo nel video, posizione del pneumatico sulla banchina laterale invece che sulla corsia di marcia, etc.

Ai fini dell'analisi sono state impostate alcune procedure standard per evitare il più possibile errori legati alla soggettività dell'operatore durante le fasi di elaborazione dei frame. Qualora un veicolo che attraversa la sezione di rilievo transiti, con uno dei due battistrada oppure con entrambi, non su un segmento specifico bensì a metà fra due segmenti, esso si è inteso come influente per il 50% su un segmento e per il 50% sull'altro (ad es. se i segmenti interessati sono il 6 e il 7 l'influenza è equamente ripartita per un 50% sul segmento 6 ed un 50% sul 7) (Fig.7.14).

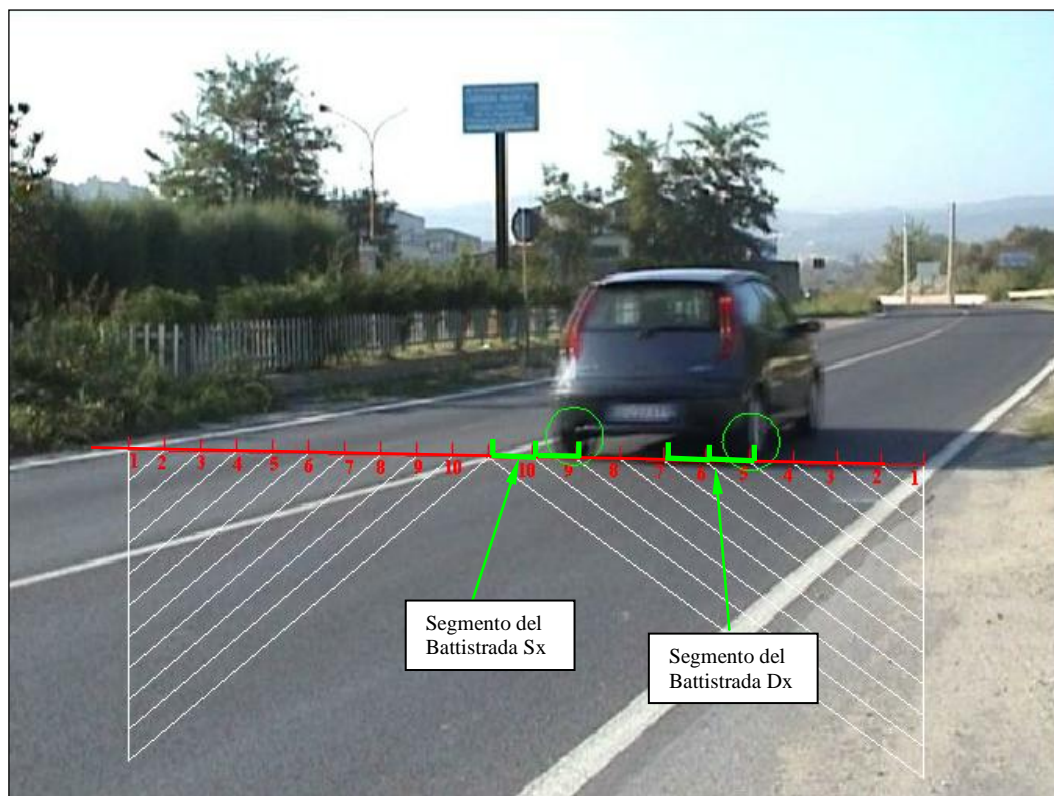


Fig. 7.14 - Caso di battistrada compresa tra 2 segmenti.

Per manovre diverse da quelle proprie della regolare marcia del veicolo quali manovre di sorpasso, accenno di sorpasso, passaggio sulla banchina laterale, manovre di accostamento, uscita o entrata da intersezioni o eventuali spazi adibiti alla manovra quali spiazzi, ingressi laterali etc., si è provveduto alla stesura di note descrittive del caso. Tali note riguardano anche i veicoli coperti, per i quali non è stato possibile dare un'interpretazione corretta dei segmenti battuti, e i veicoli che durante il moto scelgono traiettorie che invadono parzialmente la corsia di marcia opposta. L'analisi così effettuata ha permesso di stimare i seguenti parametri di traffico (cfr. Tabelle 7.10):

- il *flusso lordo* totale dei veicoli diviso per categoria: A automobili, F veicoli commerciali o furgoni, M motocicli e T mezzi pesanti a 2,3,4 e 5 assi;
- il *flusso netto* totale anch'esso diviso per categoria che tiene conto dei veicoli filtrati e quindi scartati per impossibilità della loro valutazione;
- la percentuale di mezzi pesanti e le percentuali di *flusso netto* preso in esame per l'analisi rispetto al 100 % del *flusso lordo* ecc.;

- il *flusso orario equivalente* ottenuto sommando il flusso di tutti i veicoli transitati nei 30 minuti di ripresa video e raddoppiato per avere un dato su base oraria. Il flusso complessivo viene trasformato in veicoli equivalenti, utilizzando un fattore di 0,5 per i motocicli e pari a 2 per i mezzi pesanti, attraverso la seguente equazione:

$$\text{Flusso orario equivalente} = ((A+F+(M*0,5)+(T*2))*2$$

- il *flusso netto filtrato* che raggruppa i veicoli cosiddetti “leggeri”, cioè la somma di automobili (A), furgoni (F) e motocicli (M);
- le percentuali del *flusso netto* rispetto al *flusso lordo*, dato preso in esame per costruire gli istogrammi di distribuzione trasversale per veicoli “leggeri” e “pesanti”.

L’analisi dati ha mostrato che la percentuale di mezzi pesanti si mantiene abbastanza stabile e costante durante la giornata con variazioni che oscillano tra 11% e 16% circa. Anche il flusso orario equivalente è pressoché costante nell’arco delle 24 ore, con valori che variano tra i 400 veic/h e i 500 veic/h; solo in un caso il valore è stato più basso dei 400 veic/h e solo in due casi il valore di 500 veic/h è stato superato se pur di poco. E’ possibile, comunque, affermare che il *flusso orario equivalente medio* per i tratti varia fra i 400 e i 500 veic/h per corsia.

Tratto M2 - Rettifilo – Sez. 1-1

Rettifilo Direzione SUD (Cosenza)						
	A	F	M	T	TOT	
Flusso lordo	206	2	2	26	236	veic/h
Flusso netto filtrato	205	2	1	26	234	veic/h
Percentuale mezzi pesanti	11,0%	%TP				
Flusso Orario Equivalente	522	veic/h				
	Tot	Perc %	Veic filtr			
Flusso netto A+F+M filtrato	208	99,05	2			
Flusso netto T filtrato	26	100	0			
Perc % TOT		99,15				
Rettifilo Direzione NORD (Castiglione)						
	A	F	M	T	TOT	
Flusso lordo	197	1	1	26	225	veic/h
Flusso netto filtrato	178	1	1	25	205	veic/h
Percentuale mezzi pesanti	11,6%	%TP				
Flusso Orario Equivalente	501	veic/h				
	Tot	Perc %	Veic filtr			
Flusso netto A+F+M filtrato	180	90,45	19			
Flusso netto T filtrato	25	96,15	1			
Perc % TOT		91,11				

Tabella 7.10 (a) – Dati ricavati dal tratto M2 in direzione nord – Curva – sez. 2-2

Tratto M2 – Curva – Sez. 2-2

Curva Direzione SUD (Cosenza)						
	A	F	M	T	TOT	
Flusso lordo	167	17	1	25	210	veic/h
Flusso netto filtrato	151	16	1	20	188	veic/h
Percentuale mezzi pesanti	11,9%	%TP				
Flusso Orario Equivalente	469	veic/h				
	Tot	Perc %	Veic filtr			
Flusso netto A+F+M filtrato	168	90,81	17			
Flusso netto T filtrato	20	80	1			
Perc % TOT		89,52				
Curva Direzione NORD (Castiglione)						
	A	F	M	T	TOT	
Flusso lordo	168	9	0	23	200	veic/h
Flusso netto filtrato	163	9	0	23	195	veic/h
Percentuale mezzi pesanti	11,5%	%TP				
Flusso Orario Equivalente	446	veic/h				
	Tot	Perc %	Veic filtr			
Flusso netto A+F+M filtrato	172	97,18	5			
Flusso netto T filtrato	23	100	0			
Perc % TOT		97,50				

Tabella 7.10 (b) – Dati ricavati dal tratto M2 in direzione nord – Curva – sez. 2-2

Tratto M3 – Rettifilo – Sez. 4-4

Rettifilo Direzione SUD (Cosenza)						
	A	F	M	T	TOT	
Flusso lordo	138	5	1	20	164	veic/h
Flusso netto filtrato	129	4	1	19	153	veic/h
Percentuale mezzi pesanti	12,2%	%TP				
Flusso Orario Equivalente	367	veic/h				
	Tot	Perc %	Veic filtr			
Flusso netto A+F+M filtrato	134	93,06	10			
Flusso netto T filtrato	19	95	1			
Perc % TOT		93,29				

Rettifilo Direzione NORD (Castiglione)						
	A	F	M	T	TOT	
Flusso lordo	146	7	3	26	182	veic/h
Flusso netto filtrato	134	7	2	26	169	veic/h
Percentuale mezzi pesanti	14,3%	%TP				
Flusso Orario Equivalente	413	veic/h				
	Tot	Perc %	Veic filtr			
Flusso netto A+F+M filtrato	143	91,67	13			
Flusso netto T filtrato	26	100	1			
Perc % TOT		92,86				

Tabella 7.10 (c) – Dati ricavati dal tratto M3 in direzione nord – Rettifilo – sez. 4-4

Tratto M3 - Curva – Sez. 3-3

Curva Direzione SUD (Cosenza)						
	A	F	M	T	TOT	
Flusso lordo	156	11	1	31	199	veic/h
Flusso netto filtrato	140	11	1	30	182	veic/h
Percentuale mezzi pesanti	15,6%	%TP				
Flusso Orario Equivalente	459	veic/h				
	Tot	Perc %	Veic filtr			
Flusso netto A+F+M filtrato	152	90,47619	16			
Flusso netto T filtrato	30	96,774194	1			
Perc % TOT		91,457286				

Curva Direzione NORD (Castiglione)						
	A	F	M	T	TOT	
Flusso lordo	163	9	0	33	205	veic/h
Flusso netto filtrato	157	8	0	33	198	veic/h
Percentuale mezzi pesanti	16,1%	%TP				
Flusso Orario Equivalente	476	veic/h				
	Tot	Perc %	Veic filtr			
Flusso netto A+F+M filtrato	165	95,93	7			
Flusso netto T filtrato	33	100	1			
Perc % TOT		96,59				

Tabella 7.10 (d) – Dati ricavati dal tratto M3 in direzione nord – Curva – sez. 3-3

Per individuare la distribuzione dei veicoli lungo la sezione trasversale sono stati costruiti istogrammi di frequenza per ogni sezione battuta dal pneumatico destro e sinistro (cfr. Figg.7.15)

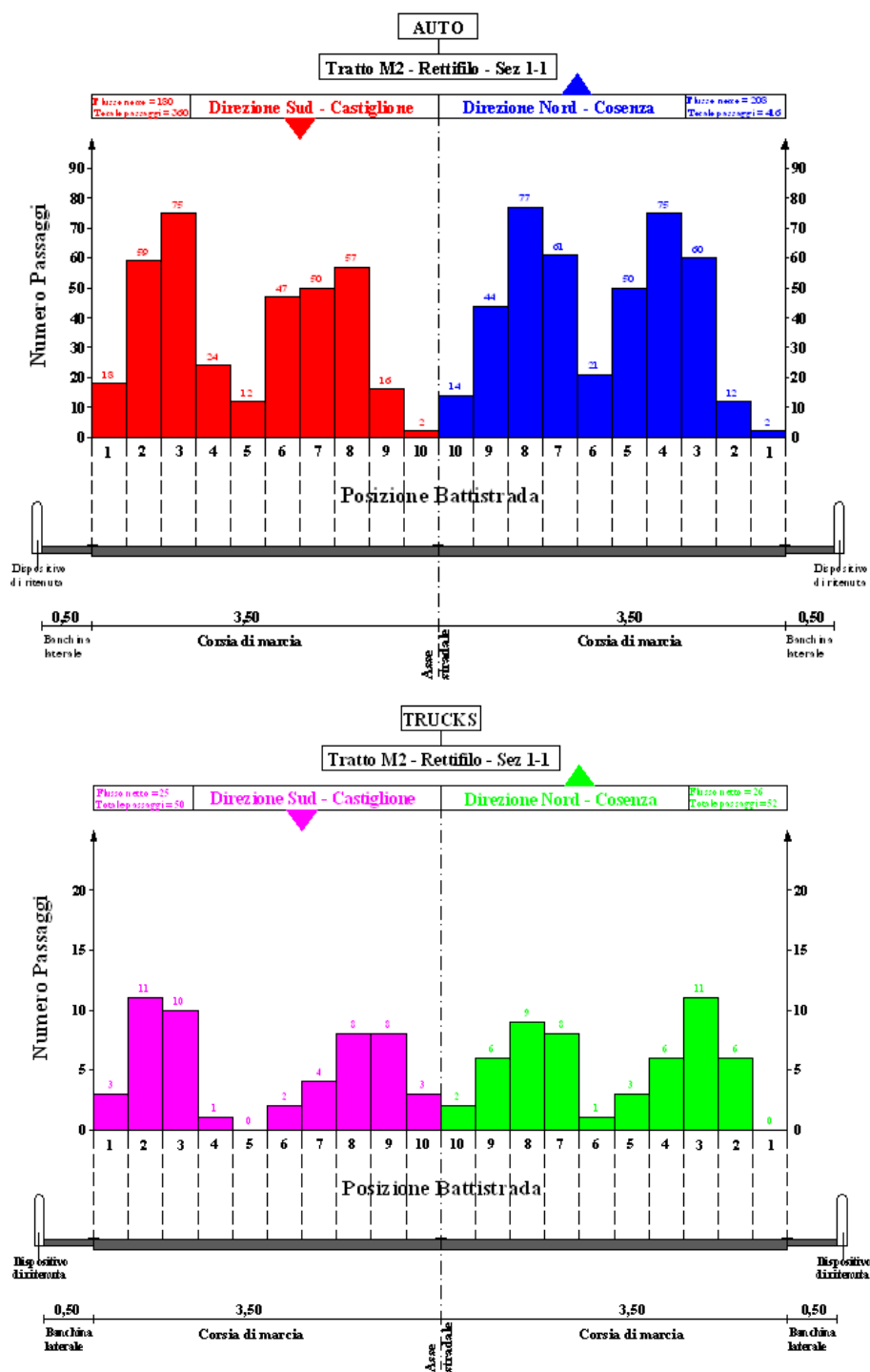


Fig. 7.15 (a)– Distribuzione delle automobili e dei veicoli pesanti lungo la sezione trasversale nel tratto M2 -rettifilo

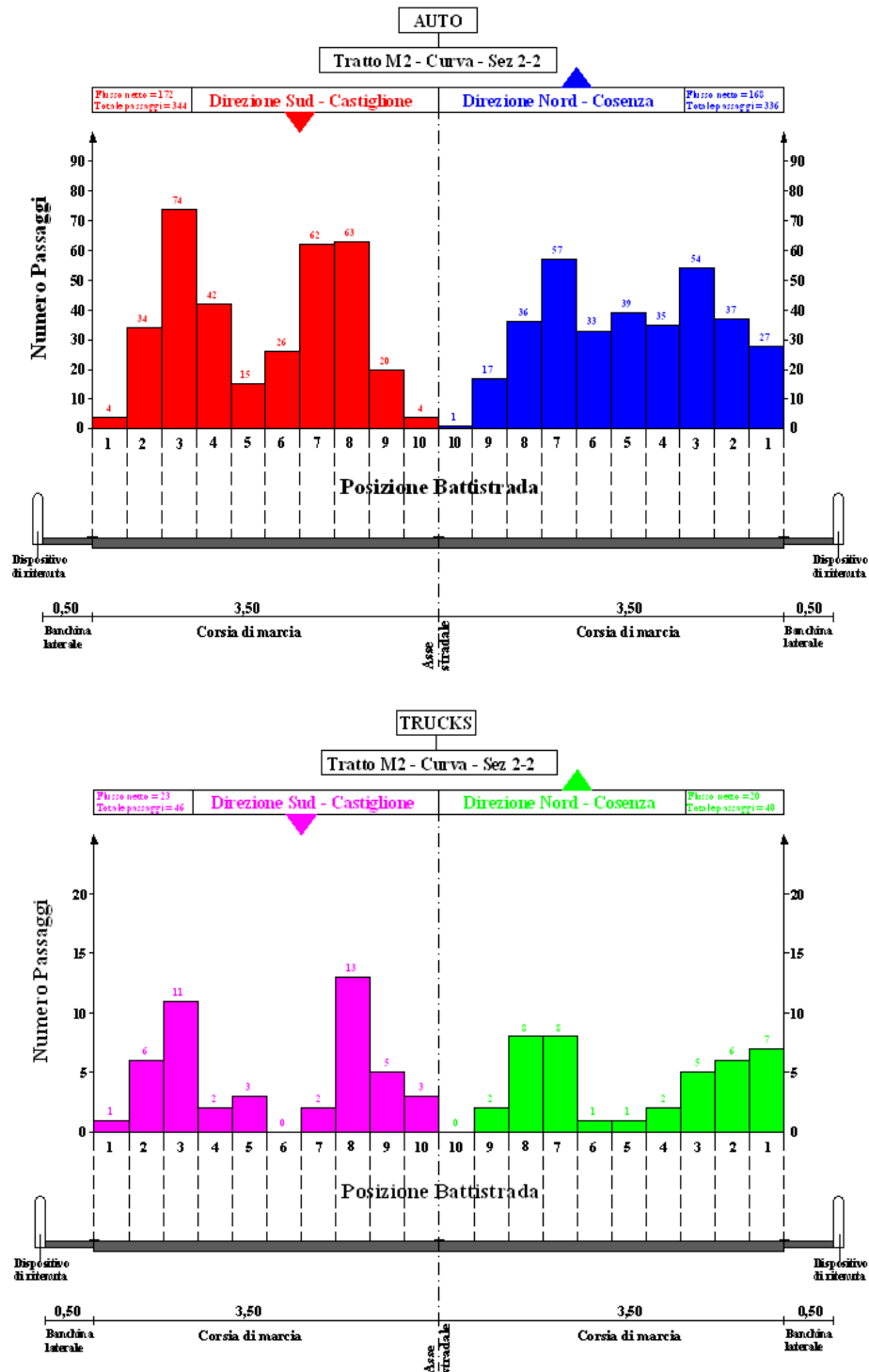


Fig. 7.15 (b)– Distribuzione delle automobili e dei veicoli pesanti lungo la sezione trasversale nel tratto M2 - curva

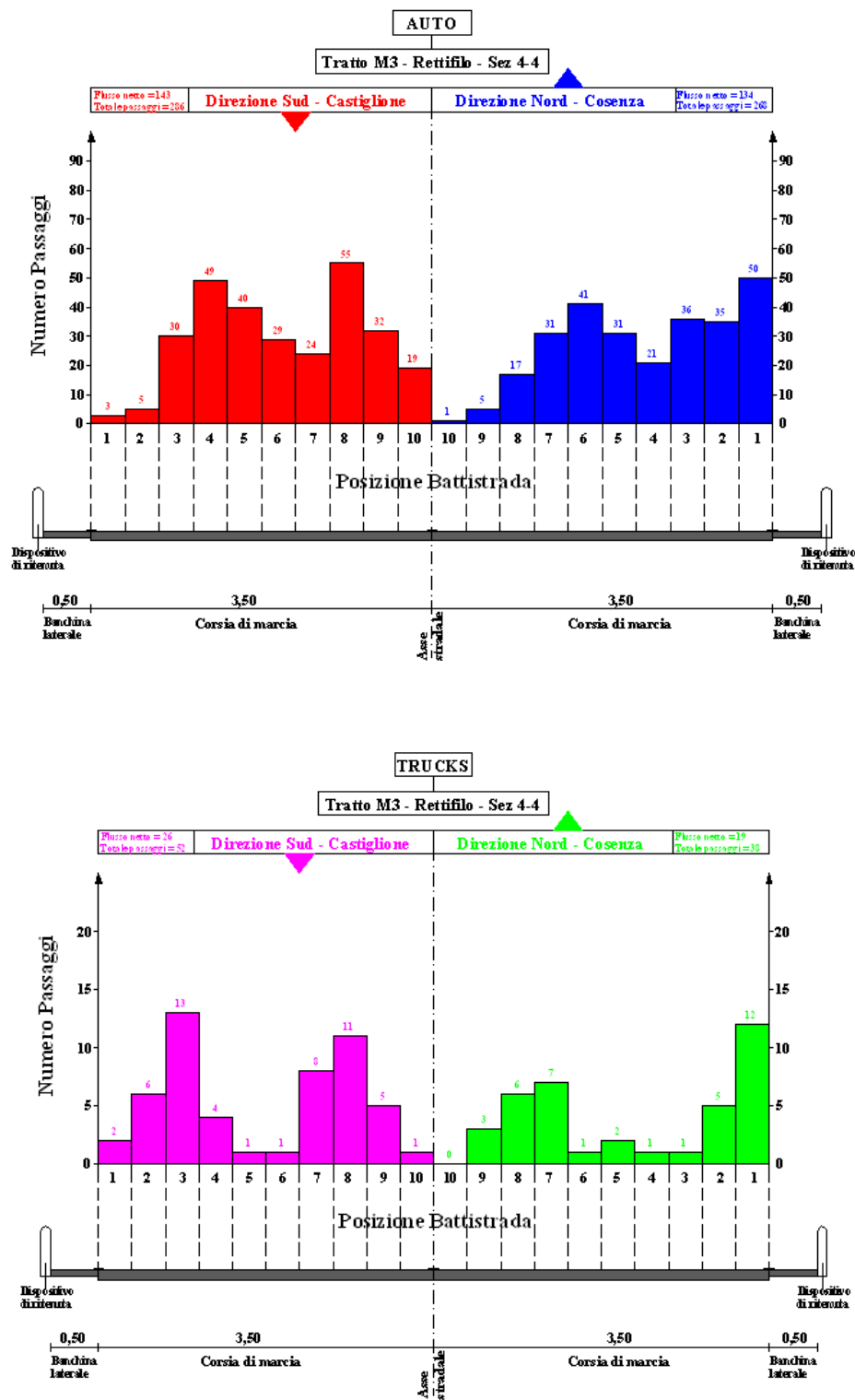


Fig. 7.15 (c) – Distribuzione delle automobili e dei veicoli pesanti lungo la sezione trasversale nel tratto M3 - Rettifilo

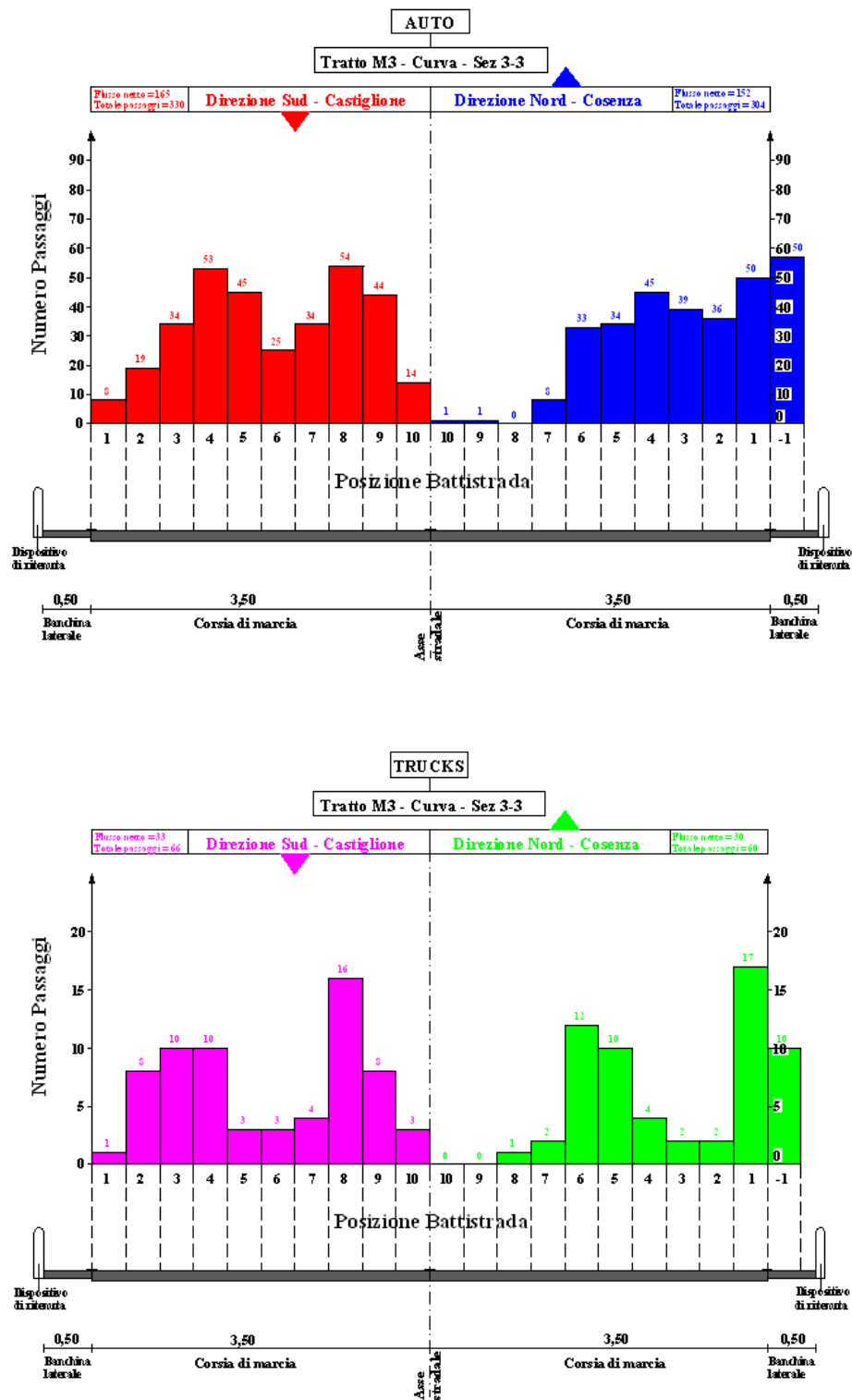


Fig. 7.15 (d)– Distribuzione delle automobili e dei veicoli pesanti lungo la sezione trasversale nel tratto M3 - Curva

Gli istogrammi riferiti al tratto M2 (sez 1-1 e 2-2) evidenziano delle traiettorie veicolari al quanto simmetriche rispetto all'asse della corsia, sia in rettilo che in curva per veicoli leggeri e pesanti. Questo avviene perché sostanzialmente l'utente riesce ad impostare sempre e comunque una guida sicura senza particolari disagi, sia perché l'ingresso in curva è facilitato da una distanza di visuale abbastanza elevata, sia perché la curva (sez. 2-2) successiva al rettilo (sez. 1-1) (o antecedente per chi proviene da Cosenza in direzione sud per Castiglione) ha un raggio di curvatura abbastanza ampio che permette al guidatore di affrontarla comodamente, anche ad elevate velocità, e soprattutto di vedere oltre la curva stessa eventuali ostacoli o disagi che comporterebbero un cambio repentino di traiettoria.

Nel tratto M3 (sez. 3-3 e sez. 4-4), invece, i veicoli in direzione nord (Cosenza) non mantengono una traiettoria simmetrica rispetto alla mezzzeria della corsia ma tendono ad avvicinarsi quanto più possibile al ciglio stradale, mantenendo una traiettoria più vicina all'interno della curva stessa. Per ciò che concerne la direzione sud, se pur con una leggerissima tendenza asimmetrica, i veicoli hanno delle traiettorie più prossime alla mezzzeria. Tali differenze sono fortemente legate a condizioni di guida praticamente opposte rispetto al tratto M2: visibilità ridotte e raggi di curvatura inferiori. La situazione è praticamente analoga per i mezzi pesanti che però, avendo velocità di marcia inferiori rispetto alle auto, riescono più facilmente a mantenere traiettorie regolari. Tuttavia, dimensioni veicolari maggiori e distanza assiale più ampia determinano, per i mezzi pesanti, traiettorie abbastanza interne in curva, scelte dagli utenti per evitare l'invasione della corsia opposta.

7.7 DESCRIZIONE DEI PUNTI DI MISURA

Gli allineamenti (wheel tracks), lungo cui sono stati individuati i punti di misura, sono stati scelti a valle dei rilievi di traffico e degli studi delle traiettorie veicolari, considerando quelle zone che, con maggiore probabilità, sono soggette al passaggio dei pneumatici veicolari lungo la sezione trasversale della sede stradale. Gli schemi delle *Figg.7.16* consentono l'individuazione puntuale sul piano stradale delle areole soggette alla misura delle caratteristiche superficiali attraverso le diverse strumentazioni di misura.

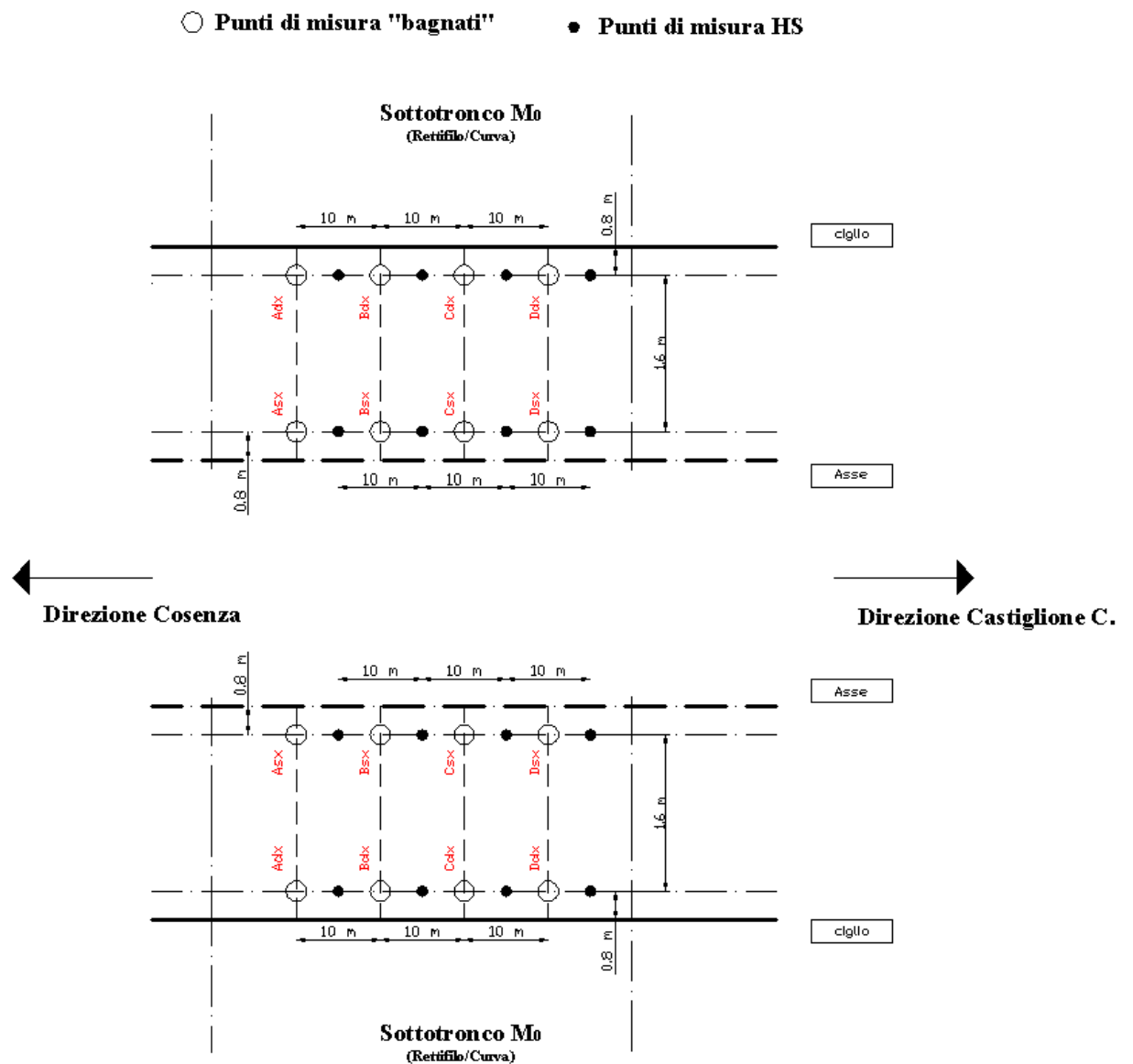


Fig. 7.16 (a) – Localizzazione dei punti di misura sul tratto M0 schematizzazione valida per data tipologia di tracciato (Rettilineo oppure Curva)

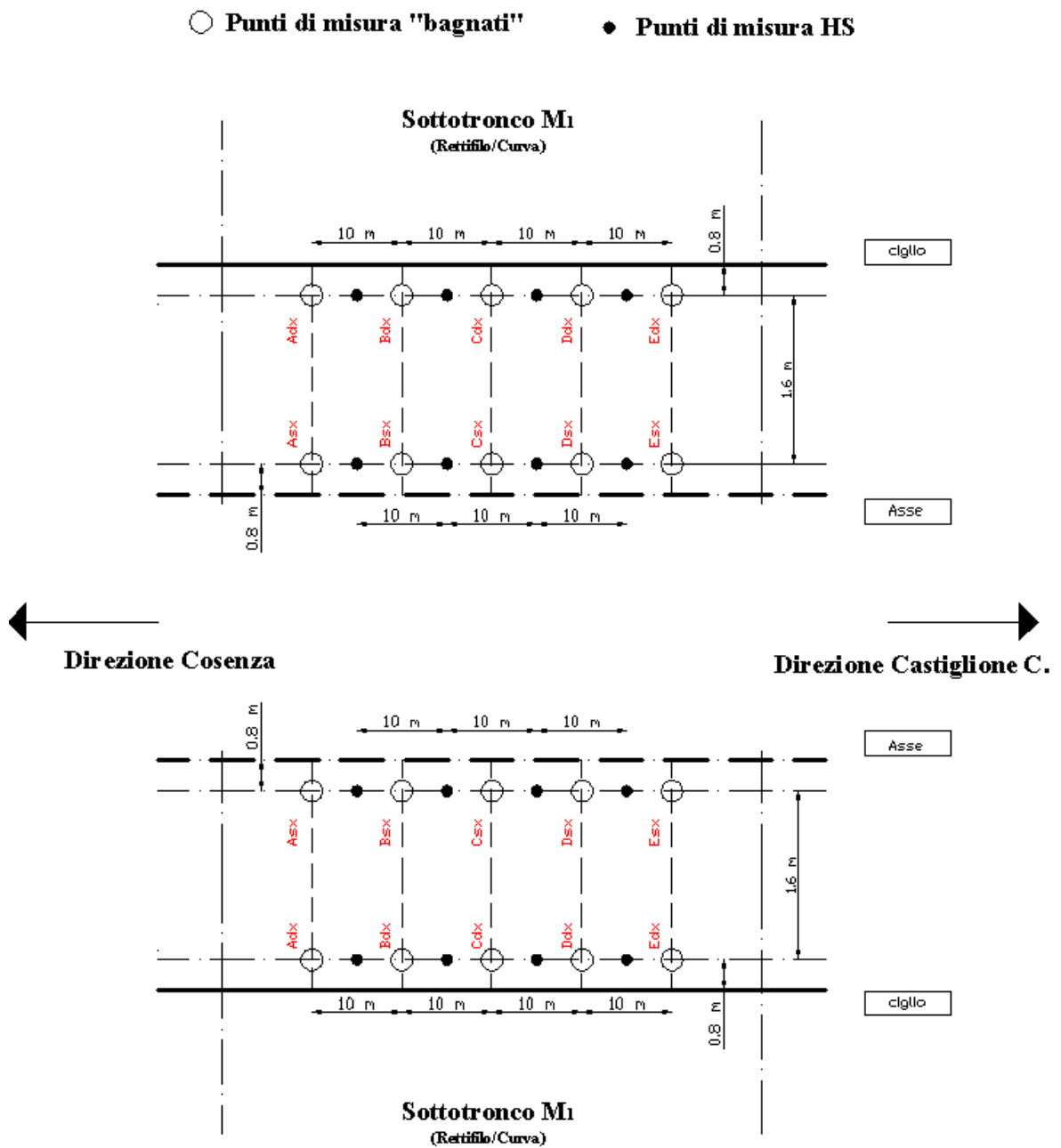


Fig. 7.16 (b) – Localizzazione dei punti di misura sul tratto M1 schematizzazione valida per data tipologia di tracciato (Rettilo oppure Curva)

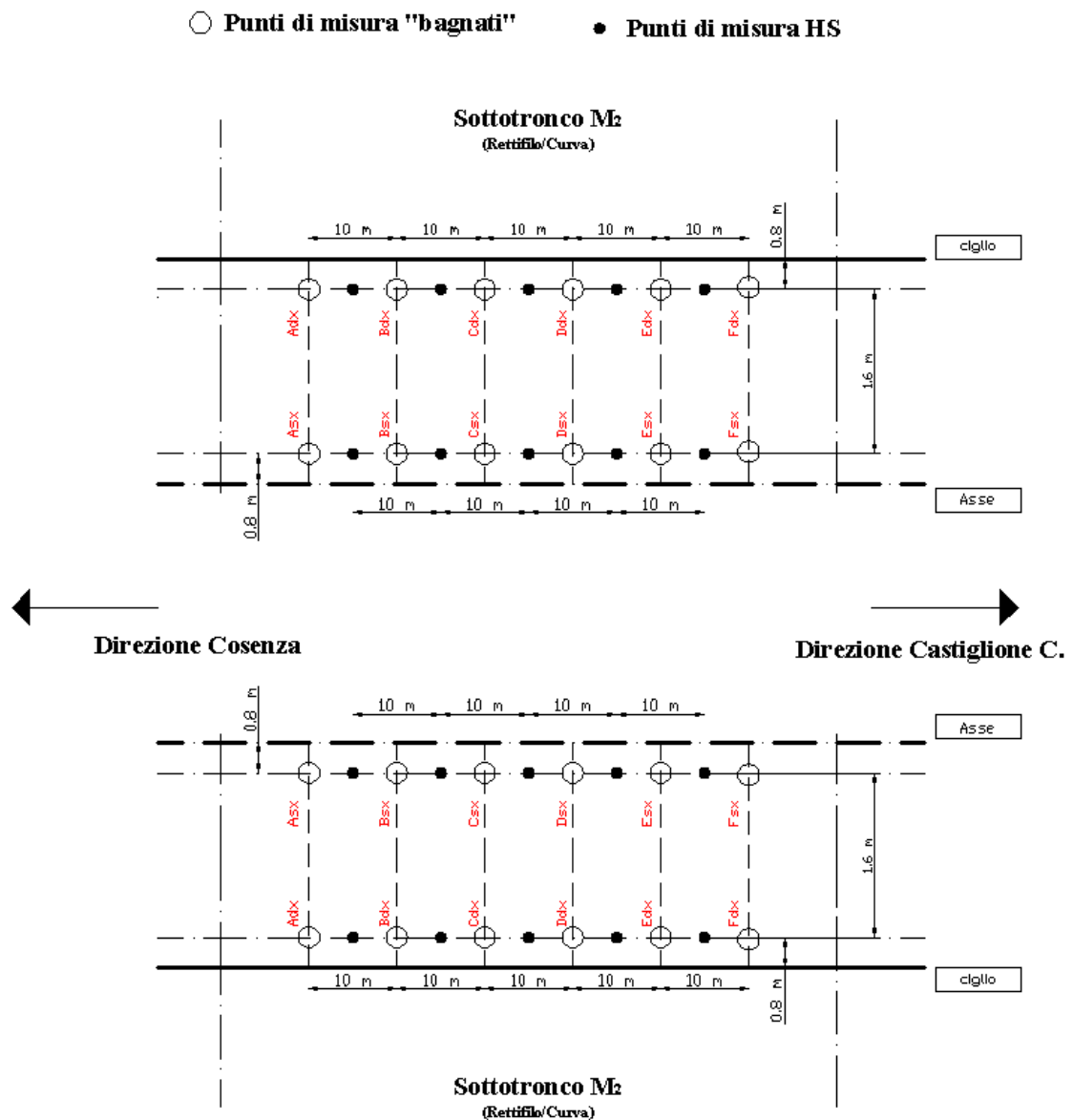


Fig. 7.16 (c) – Localizzazione dei punti di misura sul tratto M₂ schematizzazione valida per data tipologia di tracciato (Rettilineo oppure Curva)

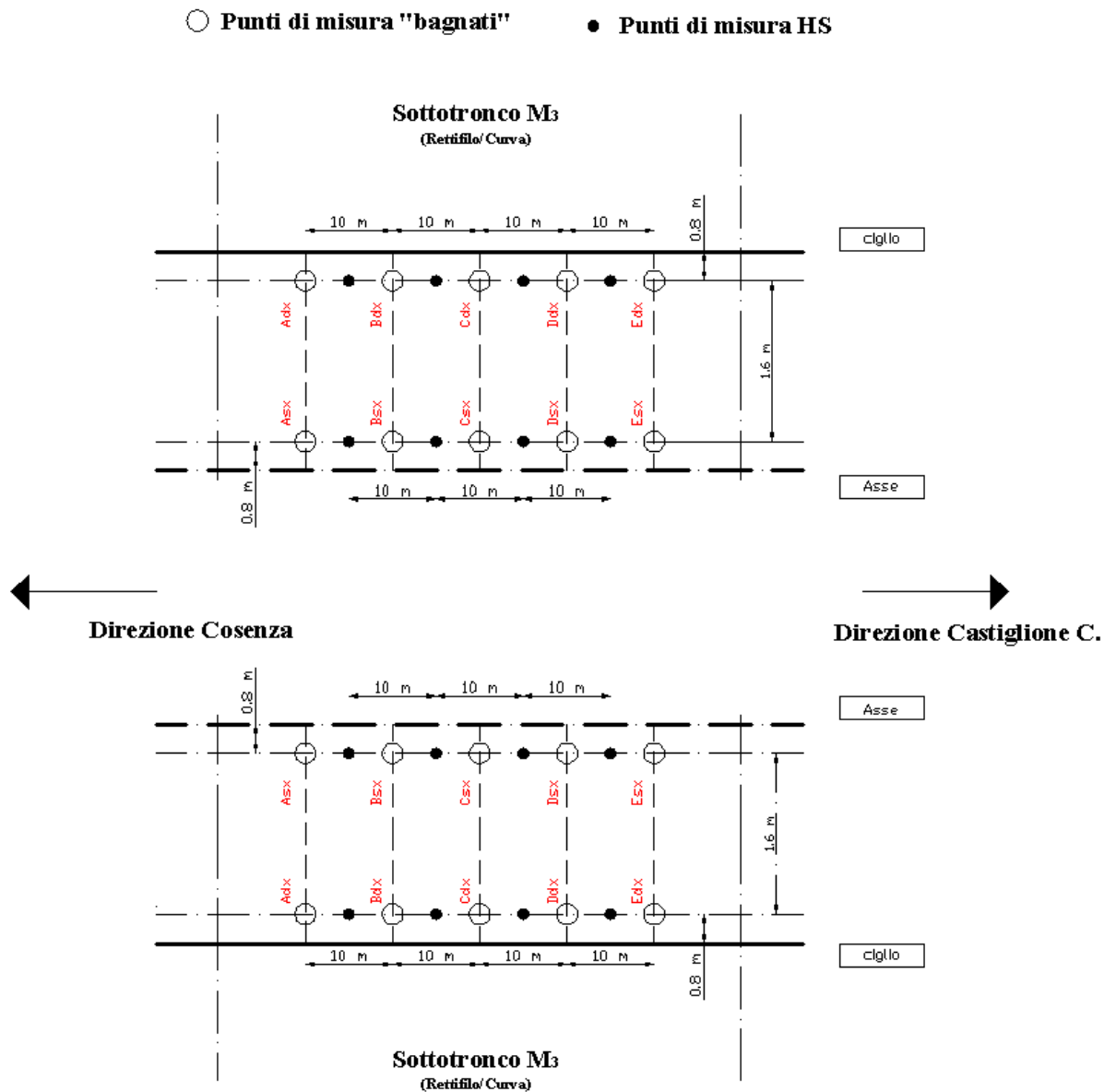


Fig. 7.16 (d) – Localizzazione dei punti di misura sul tratto M3 schematizzazione valida per data tipologia di tracciato (Rettilineo oppure Curva)

Le operazioni di acquisizione dati in situ sono state precedute dall'attenta elaborazione di una procedura standard che consentisse l'identificazione univoca e permanente dei punti di misura sul piano di rotolamento. A tal fine è stata predisposta una "maschera" rigida in materiale plastico sulla quale sono stati individuati alcuni punti fissi, invariati per tutte le fasi del monitoraggio, quali:

- il posizionamento delle tre basi d'appoggio del profilometro laser,

- l'area di contatto del pattino dello Skid Tester (identificata sulla pavimentazione con i segni in gesso bianco – cfr. Fig. 7.17)
- all'interno di tale area, l'allineamento di battuta del sensore laser del profilometro (32 cm).

In tal modo è stato possibile garantire, nel tempo, l'acquisizione del dato di micro e macrotessitura sempre in corrispondenza del medesimo punto di battuta. Con vernice lucida di colore rosso (resistente alle azioni climatiche) è stato identificato a terra il posizionamento della maschera rigida e, di conseguenza, è stato possibile individuare tutte le altre grandezze necessarie all'esecuzione delle prove. Ciascun punto è stato, poi, contrassegnato con una lettera (A, B, C, etc.) e con la sigla "sx", se appartenente alla wheel track di sinistra e "dx" se allineato lungo quella di destra (cfr. Figg. 7.17).

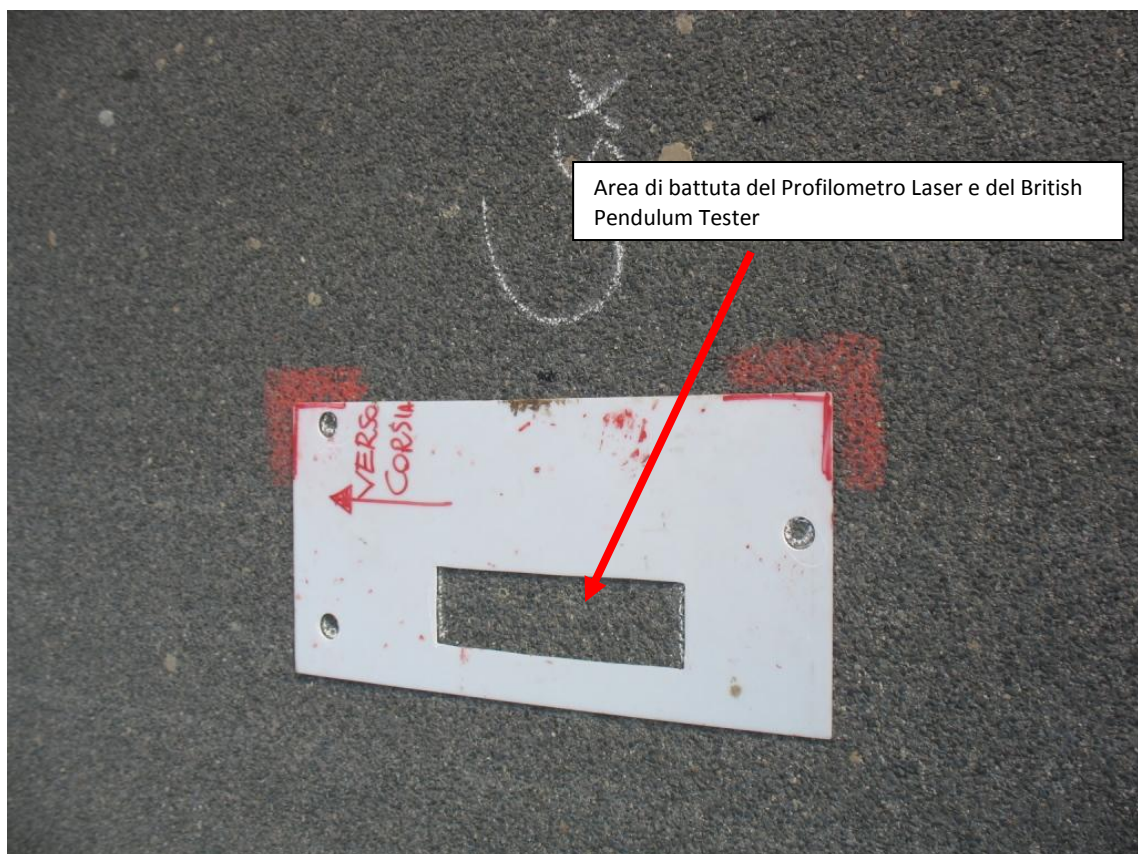


Fig. 7.17 (a) - Identificazione dell'area di battuta del profilometro laser e del British Pendulum Tester

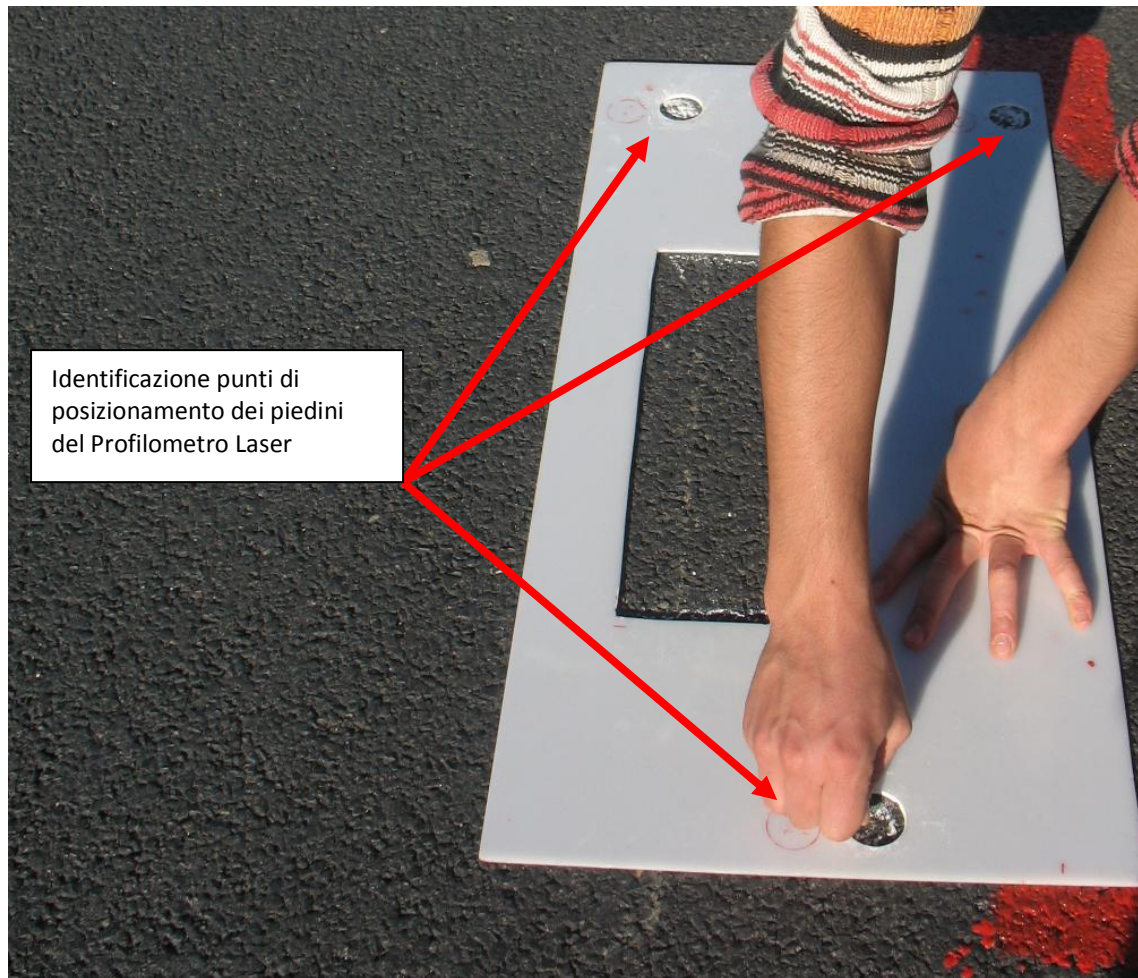


Fig. 7.17 (b) - Identificazione dei punti di posizionamento del profilometro laser



Fig. 7.17 (c) – Visione globale di una corsia con individuazione dei punti di misura

7.8 MONITORAGGIO DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI: STRUMENTAZIONI E METODICHE DI RILIEVO

Per il rilievo delle caratteristiche superficiali sono state congiuntamente effettuate le seguenti misure (cfr. Fig. 7.18):

- macrorugosità con prova di altezza di sabbia (CNR B.U n°105/80);
- attrito radente tramite British Pendulum (CNR B.U. n°105/80)

- drenabilità superficiale a mezzo di Drenometro a carico variabile (A-169-86/04000 - Belgian ministry of public works)
- indicatori di tessitura di tipo aggregato attraverso rilievo con strumentazione laser (Norme ISO 13473)



Fig.7.18 - Rilievo delle caratteristiche superficiali con le 4 strumentazioni utilizzate

Le prove di altezza di sabbia sono state condotte lungo tutte le wheel tracks in entrambe le direzioni di marcia in punti della superficie stradale equidistanti fra loro e situati in posizione centrale fra due punti di misura “bagnati” consecutivi. Sui cosiddetti punti di misura “bagnati” sé stato effettuato prima il rilievo della tessitura con profilometro laser e solo successivamente misure di aderenza con British Pendulum Tester, sempre facendo in modo la direttrice di strisciata del pattino coincidesse con le direzioni delle wheel tracks individuate sulla superficie stradale e con la zona di battuta precedentemente individuata. Le misure di drenabilità, trattandosi di una pavimentazione abbastanza chiusa (percentuale dei vuoti

massima prossima al 3%) non hanno consentito di stimare l'attitudine del piano stradale a smaltire le acque superficiali attraverso i macro "vuoti" della tessitura presenti in superficie, risultando il tempo di deflusso superiore ai 30 min già dal primo rilievo. Un quadro sinottico dei punti di misura individuati per ciascun sottotronco e ciascuna metodica di prova è riportato in *Tabella 7.11*.

Parametri del rilievo	Indicatore	HS	
	N° di misure effettuate	RETTIFILO	Punti interessati dal rilievo
		MISCELA M0: 16 MISCELA M1: 20 MISCELA M2: 24 MISCELA M3: 20	MISCELA M0 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, MISCELA M1 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Esx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, Edx
		CURVA	MISCELA M2 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Esx, Fsx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, Edx, Fdx MISCELA M3 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Esx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, Edx
		MISCELA M0: 16 MISCELA M1: 20 MISCELA M2: 24 MISCELA M3: 20	
	Indicatore	BPN	
	N° di misure effettuate	RETTIFILO	Punti interessati dal rilievo
		MISCELA M0: 16 MISCELA M1: 20 MISCELA M2: 24 MISCELA M3: 20	MISCELA M0 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, MISCELA M1 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Esx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, Edx
		CURVA	MISCELA M2 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Esx, Fsx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, Edx, Fdx MISCELA M3 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Esx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, Edx
		MISCELA M0: 16 MISCELA M1: 20 MISCELA M2: 24 MISCELA M3: 20	
	Indicatore	INDICATORI AGGREGATI E DISAGGREGATI TEX	
		RETTIFILO	MISCELA M0 [Dir.N/S]
		MISCELA M0: 16 MISCELA M1: 20 MISCELA M2: 24 MISCELA M3: 20	Asx, Bsx, Csx, Dsx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, MISCELA M1 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Esx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, Edx MISCELA M2 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Esx, Fsx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, Edx, Fdx MISCELA M3 [Dir.N/S] Asx, Bsx, Csx, Dsx, Esx, Adx, Bdx, Cdx, Ddx, Edx
		CURVA	
		MISCELA M0: 16 MISCELA M1: 20 MISCELA M2: 24 MISCELA M3: 20	

Tabella 7.11 - Quadro sinottico dei punti di misura individuati per ciascun sottotronco

Il monitoraggio delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni sperimentali ha visto, finora, l'esecuzione di n° 4 campagne di acquisizione dati scandite nel tempo ad intervalli di 6 mesi l'una dall'altra, secondo quanto riportato in *Tabella 7.12*.

ID Rilievo	Data Rilievo	Indicatori monitorati	Numerosità delle misure effettuate			
			Miscele			
			M0	M1	M2	M3
1	17e 19 Novembre 2009	HS	32	40	48	40
		BPN	32	40	48	40
		Texture	32	40	48	40
		Dren	4	4	4	4
2	26 e 27 Maggio 2010	HS	32	40	48	40
		BPN	32	40	48	40
		Texture	32	40	48	40
		Dren	-	-	-	-
3	6 e 7 Dicembre 2010	HS	32	40	48	40
		BPN	32	40	48	40
		Texture	32	40	48	40
		Dren	-	-	-	-
4	8 e 9 Giugno 2011	HS	32	40	48	40
		BPN	32	40	48	40
		Texture	32	40	48	40
		Dren	-	-	-	-
			Miscele			
			M0	M1	M2	M3
Rilievi 1-4	Totale misure effettuate (per indicatore)	HS	128	160	192	160
		BPN	128	160	192	160
		Texture	128	160	192	160
		Dren	4	4	4	4
			Miscele			
			M0	M1	M2	M3
Rilievi 1-4	Totale misure effettuate (per miscela)		388	484	584	484
Rilievi 1-4	Totale misure effettuate		1940			

Tabella 7.12 - Quadro sinottico della numerosità delle misure effettuate

Nelle *Tabelle 7.13- 7.18* si intende fornire un quadro esaustivo delle principali misure di tessitura eseguite in situ. Si riportano, pertanto, i risultati ottenuti per due indicatori: BPN e HS per ciascuno step di monitoraggio e per ogni miscela espressi come valore mediato sulle quattro wheel track in rettilo e in curva.

	BPN (Valore Medio)			
t=0 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	47	48	52	52
Curva	47	48	52	54
	BPN (Valore Medio)			
t=6 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	48	46	49	50
Curva	46	46	48	53
	BPN (Valore Medio)			
t=13 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	50	54	57	54
Curva	50	54	57	56
	BPN (Valore Medio)			
t=18 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	43	50	52	50
Curva	45	48	52	50

Tabella 7.13 - Valori misurati di BPN

	HS (Valore Medio) [mm]			
t=0 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0,47	0,50	0,55	0,37
Curva	0,49	0,49	0,50	0,41
	HS (Valore Medio) [mm]			
t=6 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0,40	0,40	0,44	0,40
Curva	0,41	0,41	0,46	0,42
	HS (Valore Medio) [mm]			
t=13 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0,44	0,44	0,45	0,35
Curva	0,45	0,41	0,46	0,38
	HS (Valore Medio) [mm]			
t=18 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0,42	0,49	0,46	0,37
Curva	0,45	0,53	0,48	0,41

Tabella 7.14 - Valori misurati di HS

MPD iso (Valore Medio) [mm]				
t=0 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0.688	0.758	0.738	0.737
Curva	0.708	0.746	0.781	0.799
HS (Valore Medio) [mm]				
t=6 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0.736	0.704	0.753	0.710
Curva	0.740	0.749	0.735	0.793
HS (Valore Medio) [mm]				
t=13 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0.733	0.694	0.736	0.726
Curva	0.706	0.791	0.807	0.723
HS (Valore Medio) [mm]				
t=18 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0.762	0.757	0.730	0.709
Curva	0.760	0.740	0.761	0.726

Tabella 7.15 - Valori di MPD iso ottenuti dalla post elaborazione dei profili

MPD aipcr (Valore Medio) [mm]				
t=0 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0.799	0.857	0.874	0.855
Curva	0.811	0.862	0.876	0.939
HS (Valore Medio) [mm]				
t=6 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0.860	0.823	0.833	0.820
Curva	0.878	0.810	0.811	0.950
HS (Valore Medio) [mm]				
t=13 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0.895	0.878	0.842	0.893
Curva	0.821	0.782	0.923	0.875
HS (Valore Medio) [mm]				
t=18 mesi	M0	M1	M2	M3
Rettifilo	0.858	0.810	0.859	0.832
Curva	0.825	0.885	0.886	0.901

Tabella 7.16 - Valori di MPDaipcr ottenuti dalla post elaborazione dei profili

		RMS (Valore Medio) [mm]			
t=0 mesi		M0	M1	M2	M3
Rettifilo		0.499	0.518	0.505	0.416
Curva		0.508	0.489	0.497	0.491
		HS (Valore Medio) [mm]			
t=6 mesi		M0	M1	M2	M3
Rettifilo		0.561	0.540	0.513	0.404
Curva		0.571	0.464	0.485	0.501
		HS (Valore Medio) [mm]			
t=13 mesi		M0	M1	M2	M3
Rettifilo		0.506	0.572	0.501	0.401
Curva		0.532	0.484	0.543	0.417
		HS (Valore Medio) [mm]			
t=18 mesi		M0	M1	M2	M3
Rettifilo		0.534	0.477	0.473	0.392
Curva		0.494	0.512	0.488	0.417

Tabella 7.17 - Valori di RMS ottenuti dalla post elaborazione dei profili

		Rt (Valore Medio) [mm]			
t=0 mesi		M0	M1	M2	M3
Rettifilo		2.540	3.568	2.589	2.322
Curva		2.600	2.796	2.577	2.593
		HS (Valore Medio) [mm]			
t=6 mesi		M0	M1	M2	M3
Rettifilo		2.933	2.858	2.602	2.278
Curva		3.140	2.711	2.506	2.709
		HS (Valore Medio) [mm]			
t=13 mesi		M0	M1	M2	M3
Rettifilo		2.723	2.845	2.476	2.117
Curva		3.040	2.576	2.491	2.141
		HS (Valore Medio) [mm]			
t=18 mesi		M0	M1	M2	M3
Rettifilo		2.532	2.398	2.350	2.099
Curva		2.608	2.634	2.379	2.240

Tabella 7.18 - Valori di Rt ottenuti dalla post elaborazione dei profili

7.9 BIBLIOGRAFIA SPECIFICA CAPITOLO 7

- [01] Provincia Di Cosenza - *Capitolato Speciale D'appalto per opere stradali*, 2009 -
- [02] C.N.R. - B. U. n° 38/73 - Determinazione del contenuto di legante di miscele di bitume ed aggregati lapidei.
- [03] C.N.R. - Fascicolo n°4/53 - *Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali* - Cap. 3, art. 11
- [04] C.N.R. - B.U. n° 30/73 - *Norme sulle miscele di aggregati lapidei e leganti idrocarburici* - Determinazione della stabilità e dello scorrimento di miscele di bitume e inerti lapidei a mezzo dell'apparecchio Marshall.
- [05] C.N.R. - B.U. n° 134/91 - *Norme sulle miscele di aggregati lapidei e leganti idrocarburici* - Determinazione della resistenza a trazione indiretta e della deformazione a rottura di miscele di aggregati lapidei e bitume.
- [06] C.N.R. – B. U. n° 39/73 - *Determinazione della porosità o percentuale dei vuoti di miscele di aggregati lapidei con bitume o catrame.*
- [07] C.N.R. – B. U. n° 40/73 - *Determinazione del peso di volume di miscele di aggregati lapidei con bitume o catrame*
- [08] C.N.R. – B. U. n° 63/78 - *Determinazione della massa volumica apparente dei granuli di aggregato*
- [09] SITEB, Associazione Italiana Bitume Asfalto Strade- *Bitume modificato - La strada giusta*- Capitolato d'appalto per pavimentazioni stradali con bitume modificato - 2000
- [10] Pingitore G. Indagine sperimentale lungo la sezione sulla distribuzione trasversale dei veicoli stradali - Tesi di laurea Università della Calabria, A.A.2008/2009