

Attività di studio e di consulenza
scientifica nell'aggiornamento del Piano
Generale del Traffico Urbano della città di
Salerno

Piano settore Trasporto Stradale

Appendice 3

Analisi delle criticità da indagine

Laboratorio di Analisi di Sistemi di Trasporto

Dipartimento di Ingegneria Civile

Università di Salerno



Gruppo di lavoro:



Laboratorio Analisi di Sistemi di Trasporti

Dipartimento di Ingegneria Civile

Università degli Studi di Salerno

- Prof. Ing. Stefano de Luca, coordinatore scientifico
- Ing. Roberta Di Pace
- Ing. Enrico Fauceglia
- Ing. Francesca Bruno

Versioni:

Versione 7.0 // 29 aprile 2019

Indice

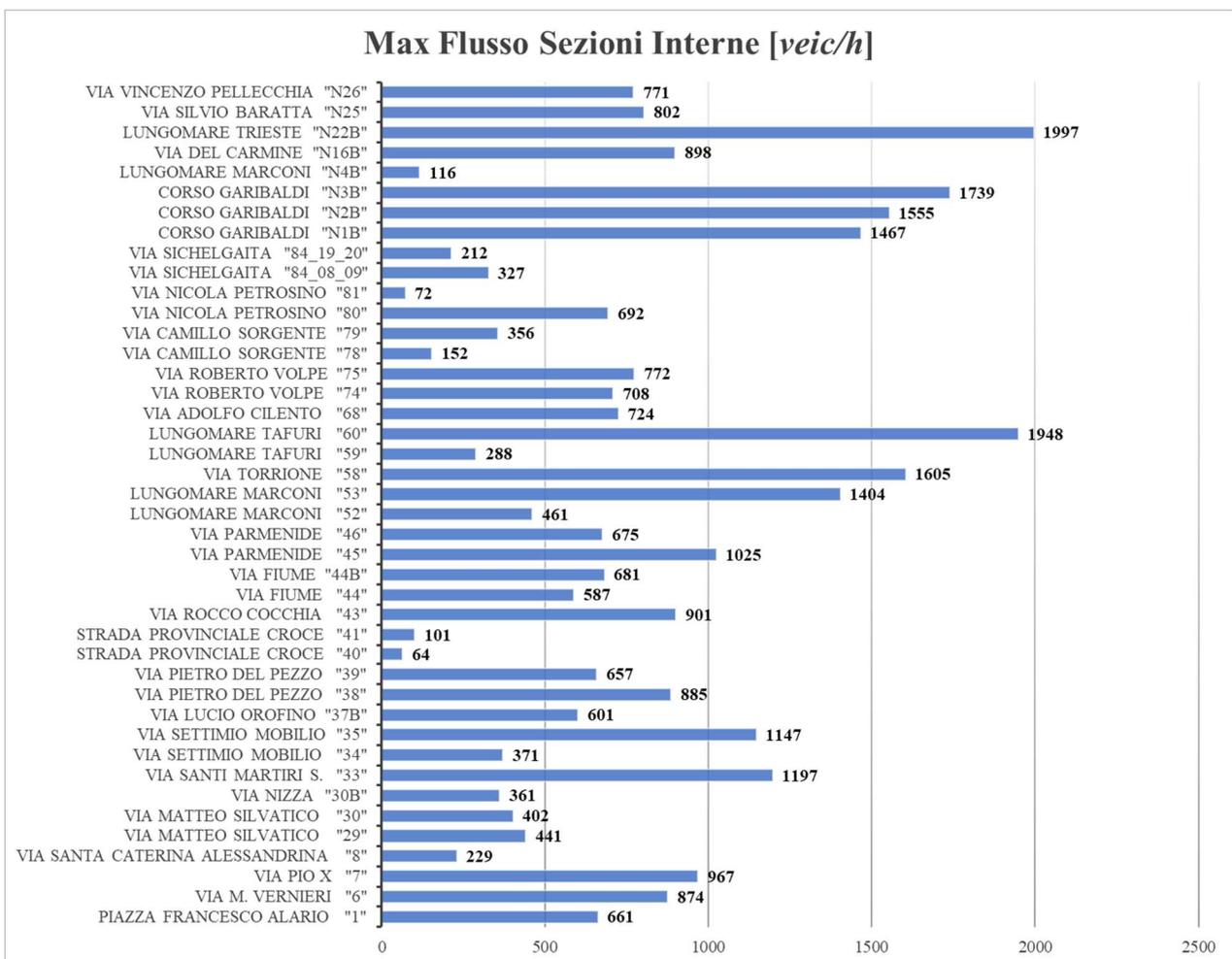
Analisi globali	4
Analisi flusso massimo.....	4
Analisi componenti veicolari	6
Analisi criticità.....	12
Individuazione ora di punta	15
Validazione con modello di simulazione	19

Analisi globali

Analisi flusso massimo

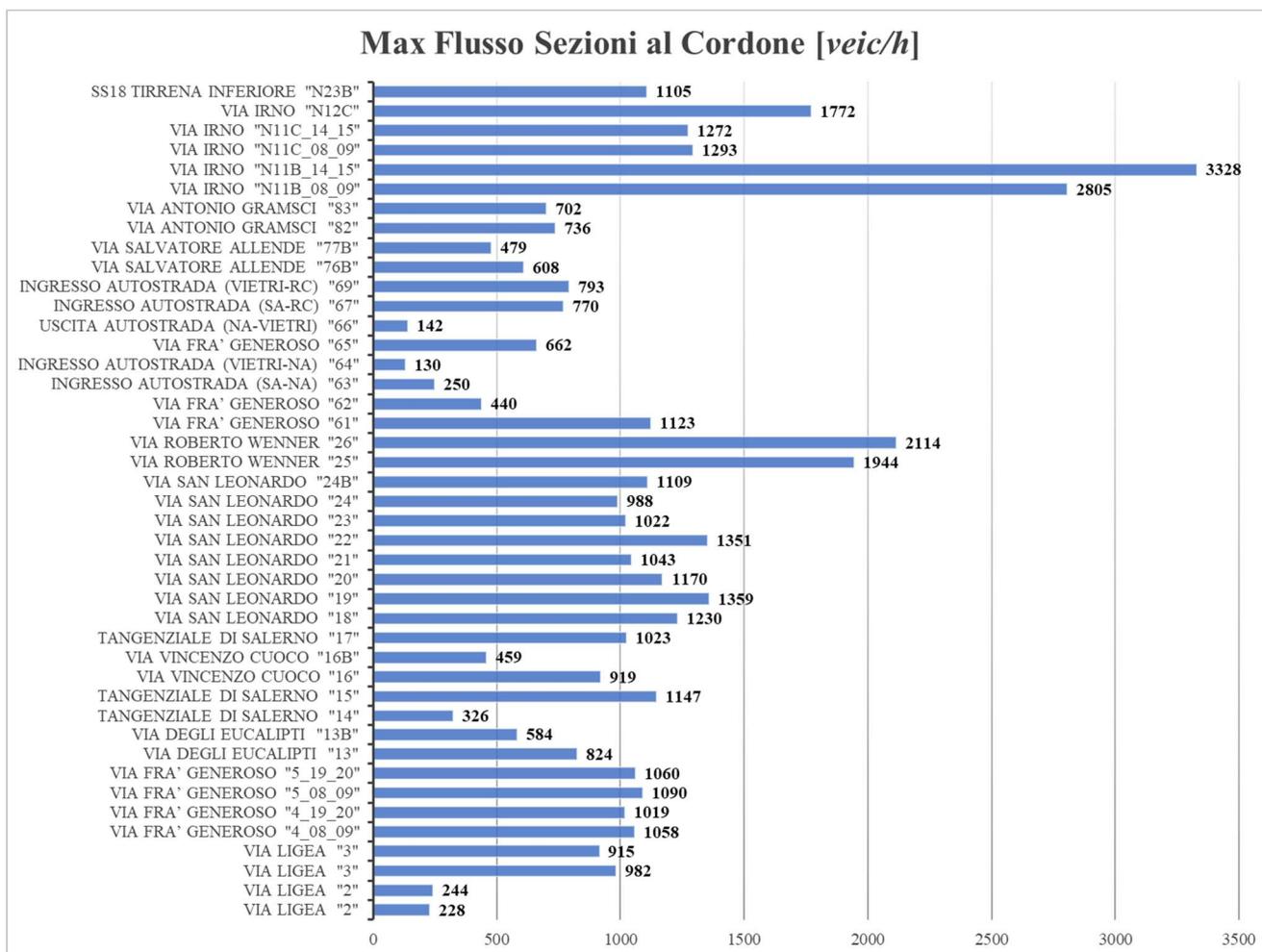
Una prima analisi effettuata a seguito della costruzione del database è stata quella relativa al flusso massimo che è stato riscontrato nelle varie sezioni. Diagrammando, quindi, i vari flussi si è potuto ottenere quello che è l'andamento generale riscontrabile del flusso di traffico.

Viene quindi di seguito riportato il diagramma che evidenzia l'andamento del flusso massimo nelle sezioni interne.



Come si può facilmente osservare si riscontra un flusso massimo che raggiunge i 1997 veic/h riferito alla sezione "N22B" posizionata sul Lungomare Trieste. Un'ulteriore sezione che raggiunge flussi così elevati è la "60" posizionata sul Lungomare Tafuri. A seguire con flussi elevati, all'incirca dello stesso ordine, si riscontrano altre poche sezioni per poi avere un flusso che si potrebbe definire all'incirca costante variando tra i 600 veic/h e gli 800 veic/h; in tale intervallo ricade anche la media dei flussi totali previsti per le sezioni interne.

Si verificano poi i flussi massimi che vengono riscontrati nelle sezioni al cordone col seguente grafico.



In tal caso il flusso massimo si riscontra nella sezione "N11B" posizionata in Via Irno con 3067 veic/h, valore mediato tra i due che si sono riscontrati in più giorni come rappresentato. Flussi sempre elevati, anche in questo caso di valori vicini al massimo in assoluto, si riscontrano nelle sezioni posizionate in Via Roberto Wenner per poi riscontrare, tutto sommato, un flusso che si attesta, mediamente, tra gli 800 veic/h e i 1000 veic/h.

Nel totale, sia per le sezioni interne che per quelle al cordone, si può quindi riscontrare un flusso totale che in media appartiene all'intervallo di 800-900 veic/h. Da tener comunque presente che i flussi massimi che per entrambi i diagrammi si attestano a valori bassi rispetto alla media sono distanti da essa trattandosi, evidentemente, di sezioni poste su strade secondarie che, quindi, non sono attraversate da flussi molto elevati.

Analisi componenti veicolari

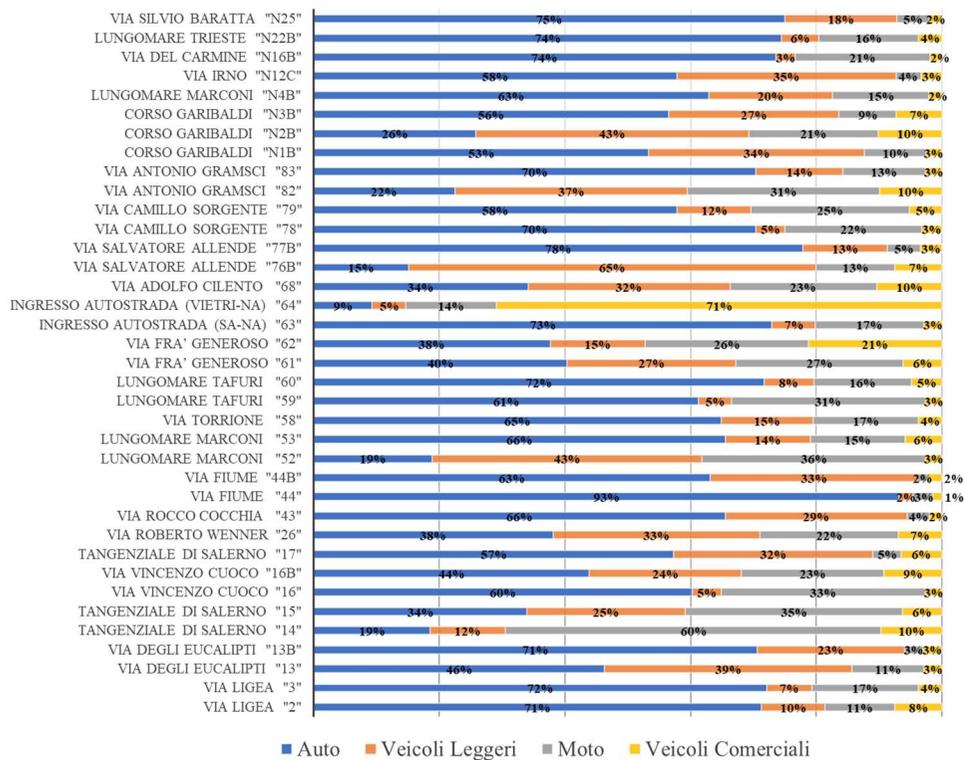
Ulteriore analisi è stata effettuata sul conteggio delle componenti veicolari che hanno attraversato le varie sezioni. Per tale scopo si è tenuto conto di graficare la percentuale di tali componenti divise in quattro gruppi:

- Auto
- Veicoli leggeri
- Moto
- Veicoli commerciali

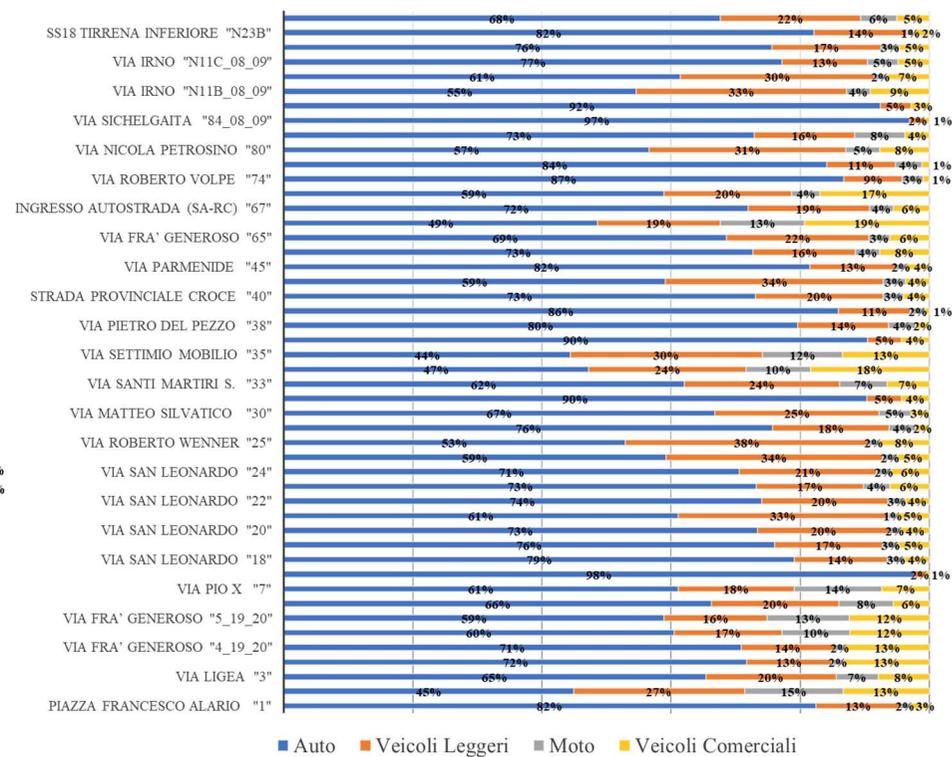
L'analisi è stata funzionale alla validazione degli stessi risultati sperimentali.

Analisi di validazione degli strumenti

Percentuali Componenti Veicolari (Radar)



Percentuali Componenti Veicolari (Piastre)



Osservando le varie percentuali si nota subito che alcune sono di gran lunga sfalsate rispetto alle percentuali che effettivamente si aspetterebbero per ogni categoria. In particolar modo sono le analisi effettuate con i radar che restituiscono problematiche maggiori definendo, per alcune sezioni, una percentuale di moto di gran lunga superiore a quella delle auto e alle aspettative per tale componente; è il caso della sezione "14", posta sulla Tangenziale di Salerno, che restituisce una percentuale di moto del circa il 60% e per le auto è stata conteggiata una percentuale del 19%.

Andando a calcolare le medie pesate, rispetto al flusso medio massimo, e della relativa deviazione standard per verificare, effettivamente, l'incongruenza tra la media stessa e i conteggi effettivamente rilevati. Si riporta a tal fine una tabella che racchiude tali informazioni.

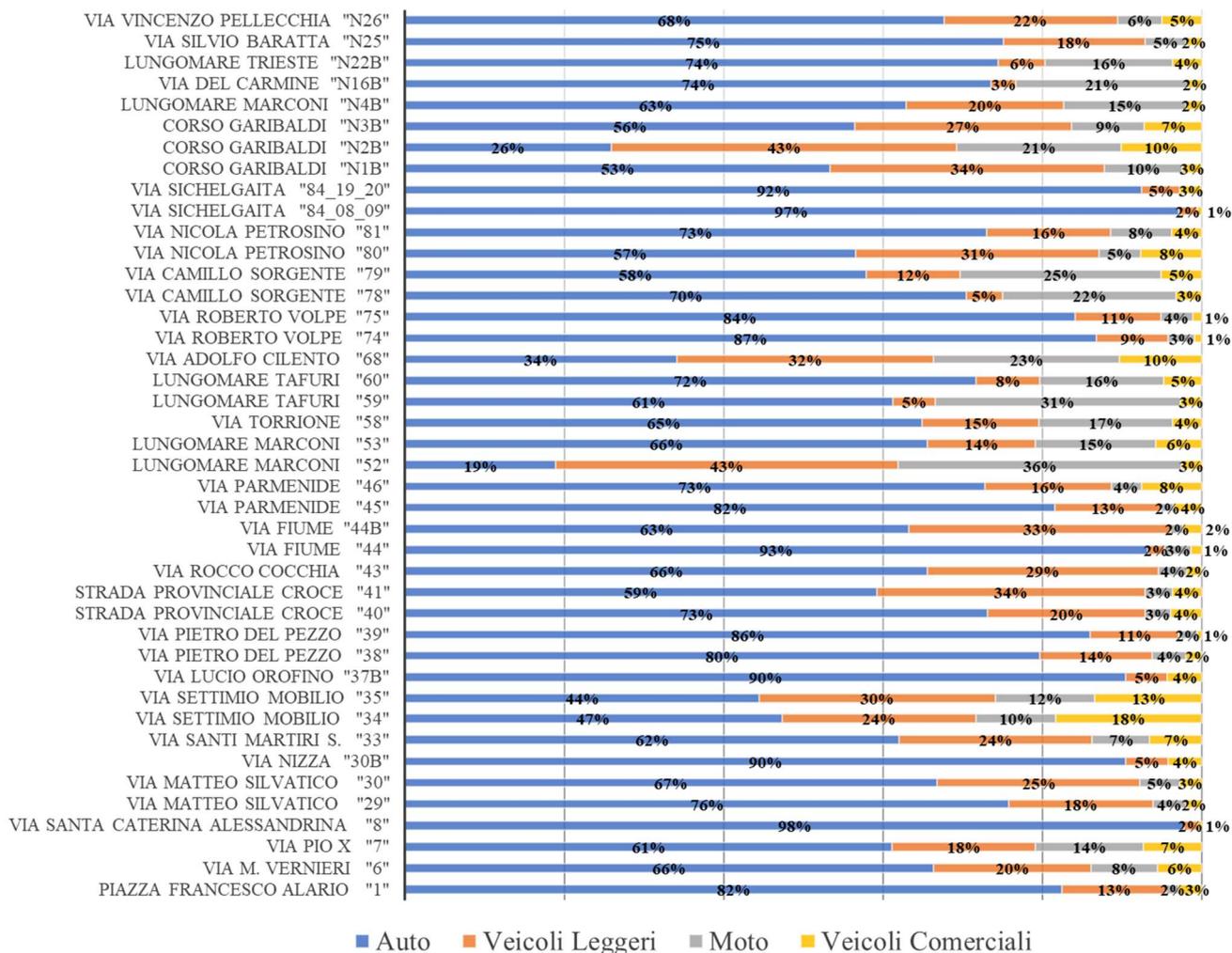
Media pesata piastre		Media pesata radar	
Auto	68%	Auto	55%
Veicoli leggeri	21%	Veicoli leggeri	23%
Moto	4%	Moto	16%
Veicoli commerciali	7%	Veicoli commerciali	5%
Deviazione standard piastre		Deviazione standard radar	
Auto	13%	Auto	25%
Veicoli leggeri	9%	Veicoli leggeri	15%
Moto	4%	Moto	18%
Veicoli commerciali	5%	Veicoli commerciali	11%

Dalle due tabelle si evidenzia come, nel caso dei radar, si abbia una percentuale della componente moto un po' distante dalle aspettative, risulta più alta, così come la componente auto che risulta più bassa. Associando le deviazioni standard si evidenzia, ancora una volta, la maggiore accuratezza delle piastre rispetto ai radar; quest'ultimi presentano valori che si distaccano dalle media di oltre il 10% per ogni componente e, per le auto, si giunge addirittura a valori di circa il 25%.

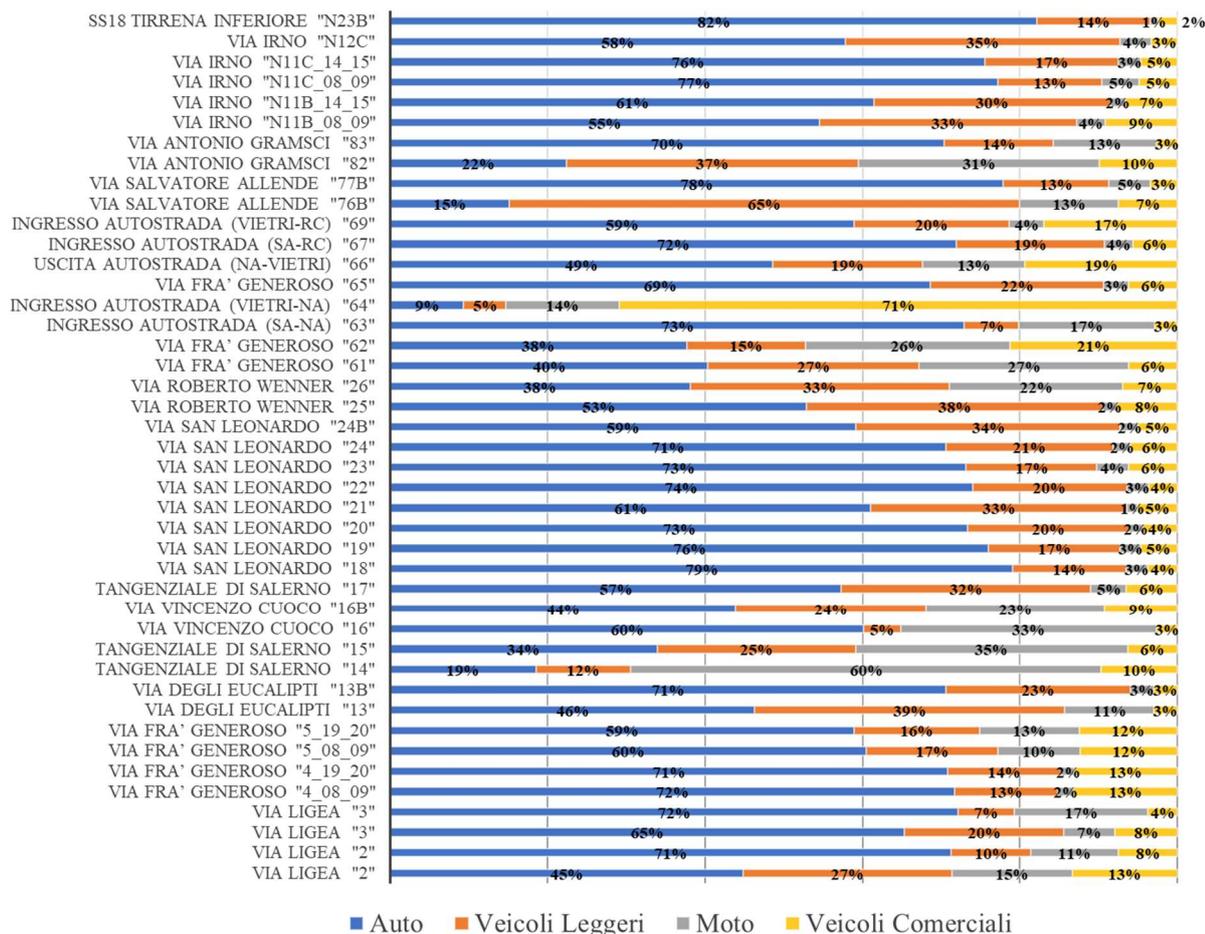
Tali analisi evidenziano quindi una problematica nel conteggio delle componenti veicolari da parte dei radar così da poter definire la non corretta osservazione del flusso veicolare.

Le stesse analisi sulle componenti veicolari sono state effettuate anche tenendo conto della distinzione tra quelle che sono le sezioni interne e le sezioni al cordone per verificare, riscontrati i problemi di conteggio derivanti principalmente dai radar, come si diffondesse l'errore di conteggio. Si allegano, a tal fine, i diagrammi riportanti le varie percentuali delle componenti veicolari classificate.

Percentuali Componenti Veicolari Sezioni Interne



Percentuali Componenti Veicolari Sezioni al Cordone



Osservando tali percentuali si osserva subito che, avendo nell'insieme sia sezioni conteggiate con le piastre e sia sezioni conteggiate con i radar, l'andamento per ogni componente veicolari risulta essere più costante. Le sezioni che si discostano molto, percentualmente, dalle attese si sono, all'incirca, egualmente distribuite tra sezioni interne e al cordone riducendo il grado dell'errore che si commette. Per meglio verificare ed evidenziare ciò si è tenuto conto del calcolo della media pesata, rispetto al flusso medio massimo, e della deviazione standard.

Tab. 4.2 – Medie e deviazioni standard

Media pesata sezioni interne		Media pesata sezioni al cordone	
Auto	66%	Auto	60%
Veicoli leggeri	19%	Veicoli leggeri	24%
Moto	10%	Moto	9%
Veicoli commerciali	5%	Veicoli commerciali	7%
Deviazione standard sezioni interne		Deviazione standard sezioni al cordone	
Auto	18%	Auto	19%
Veicoli leggeri	11%	Veicoli leggeri	12%
Moto	9%	Moto	12%
Veicoli commerciali	4%	Veicoli commerciali	11%

Dalle due tabelle emerge quanto detto; le medie delle singole componenti auto sono più confrontabili tra quelle riferite alle sezioni interne e quelle riferite alle sezioni al cordone oltre che si avvicinano di più alle aspettative. Per le deviazioni standard si evince, invece, che risultano essere più omogenee tra loro con valori che, questa volta, restano al di sopra del 10% ma comunque, tutto sommato, lo superano di poco. È quindi riscontrabile, secondo modelli matematici, quanto già osservabile dai diagrammi; l'errore di conteggio dai radar si è distribuito consentendo di abbassare le deviazioni standard. Tuttavia, per eliminare tali errori e pensare di poter strutturare le analisi su dati ancor più significativi, sarebbe utile condurre nuove indagini lì dove risultano essere evidentemente discordi con le attese.

Risulta comunque utile distinguere, per le sezioni interne e quelle al cordone, le percentuali riscontrate tra le piastre e i radar; segue così la seguente tabella.

Etichette di riga	Media auto	Media veicoli leggeri	Media moto	Media veicoli commerciali
Cordone	58%	22%	11%	9%
Piastra	67%	20%	5%	8%
Radar	45%	24%	20%	10%
Interna	69%	18%	9%	4%
Piastra	75%	16%	4%	5%
Radar	60%	19%	16%	4%
Totale	63%	20%	10%	7%

Questo studio evidenzia maggiormente l'errore insito nel conteggio dei radar avendo, confrontando, delle percentuali della componente moto di gran lunga differenti tra i due sistemi di rilevazione. Sia per le sezioni interne che per quelle al cordone si ha una percentuale adeguata, che si attesta all'incirca al 5%, per i conteggi delle piastre ma che, specializzata per i radar, raggiunge percentuali non consone di circa il 20%. Tali percentuali sfalsate influenzano, a loro volta, la componente auto che, per le piastre si attesta ad una percentuale consona di circa il 70% mentre, per i radar scende all'incirca al 50%.

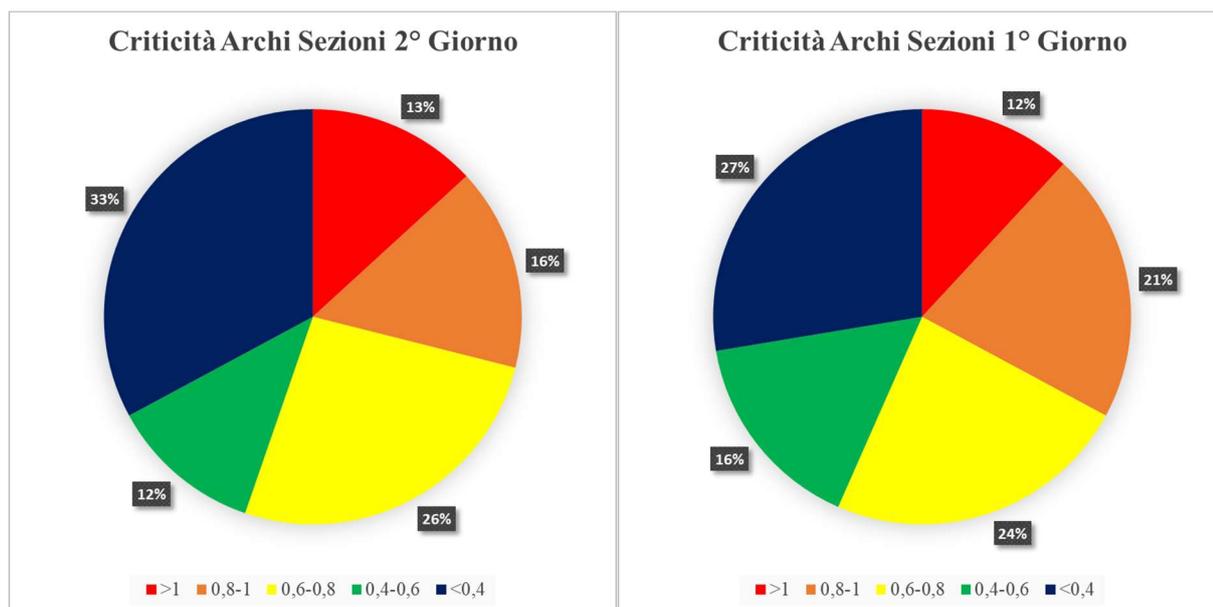
Vi è quindi un evidente errore di conteggio tra moto e auto da parte dei radar che tende a confondere le due componenti.

Analisi criticità

Ulteriori analisi sulle sezioni sono state effettuate andando a considerare il rapporto tra il flusso e la capacità della sezione per studiarne la criticità e quindi il grado di saturazione. Tramite opportuni grafici si è così potuto tener conto della percentuale di sezioni che si presentassero congestionate dopo averle individuate, singolarmente, nelle analisi locali. Il tutto è stato svolto tenendo conto dell'accorpamento per gruppi a seconda se il rapporto tra flusso e capacità risultasse:

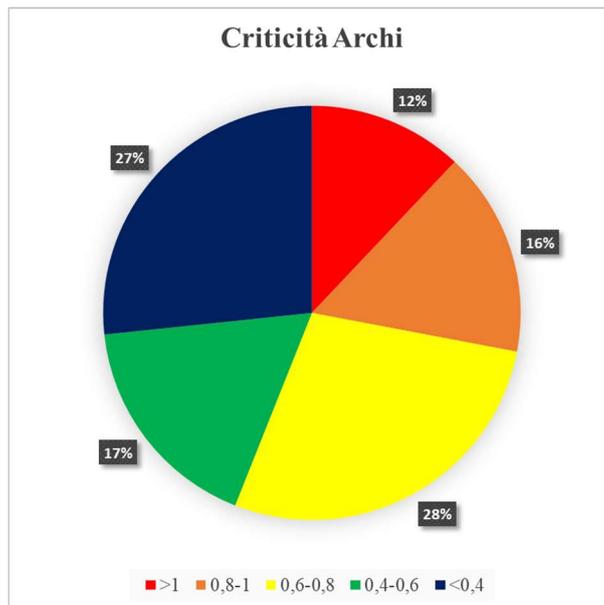
- > 1
- < 0.8 e ≤ 1
- < 0.6 e ≤ 0.8
- < 0.4 e ≤ 0.6
- ≤ 0.4

A tali intervalli è stato inoltre associato un colore che potesse far risaltare, immediatamente, i vari livelli di criticità passando da configurazioni di congestione a configurazioni di flusso libero.

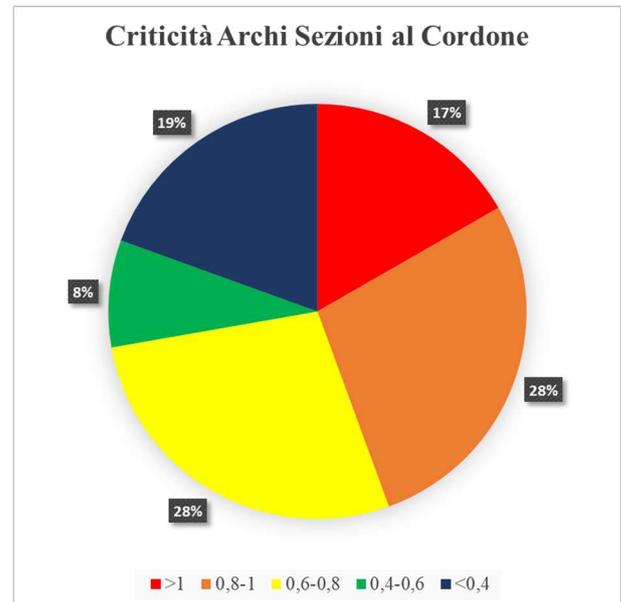
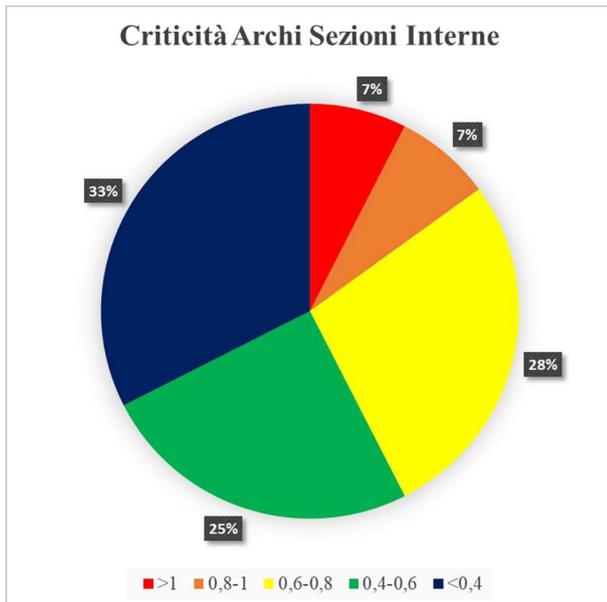


La criticità è stata dapprima studiata sui singoli giorni in cui sono state effettuate le rilevazioni, quindi sia sul primo che sul secondo, per poi raggruppare il tutto e studiare una criticità totale.

Confrontando i due diagrammi su giorni diversi si evidenzia l'uniformità tra gli stessi con percentuali, riferite alle varie classificazioni, che all'incirca si eguagliano. Definita quindi tale uniformità si può studiare la criticità risultante dal totale delle sezioni.



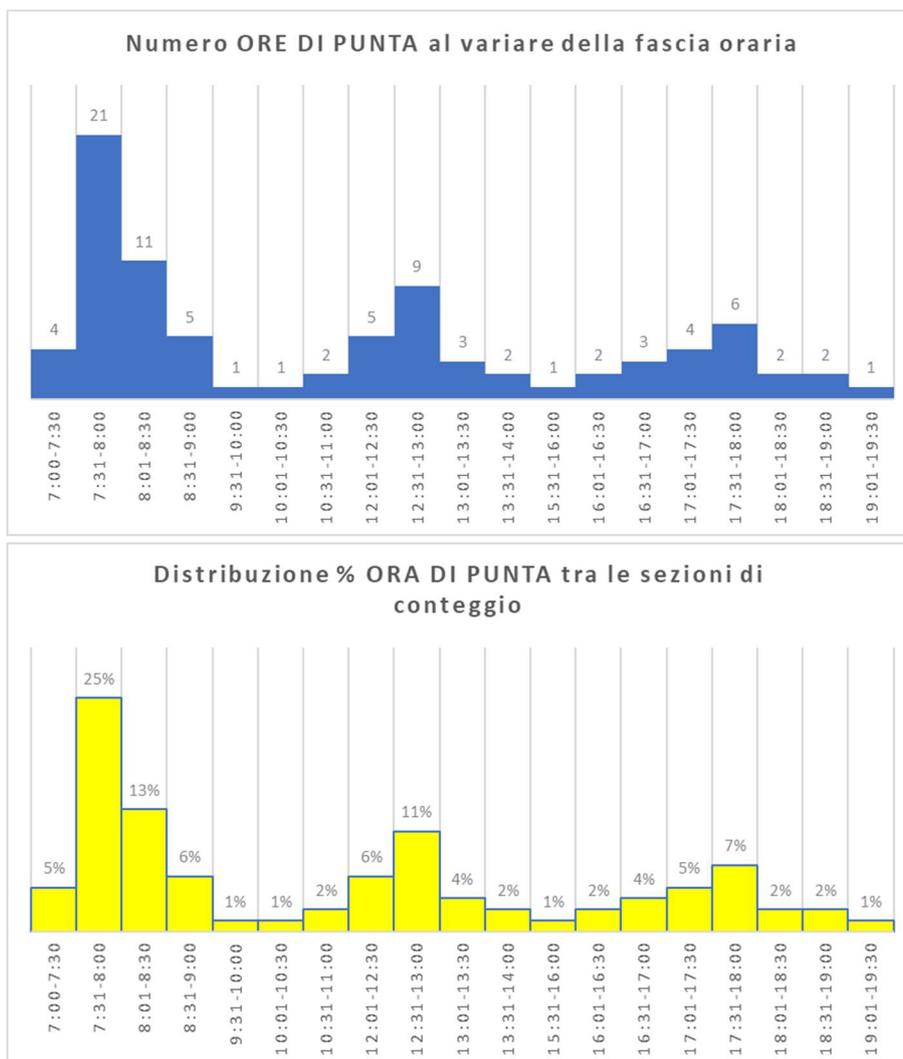
Tale analisi mostra come ci sia una percentuale rilevante di archi che risultano essere congestionati infatti, il totale di archi con una percentuale di congestione che supera lo 0,8 risulta essere pari al 28%. Tuttavia, quasi la metà delle sezioni su cui sono state effettuate le indagini presenta condizioni di flusso libero. Per meglio capire il fenomeno si è quindi deciso di studiare la criticità tenendo conto della distinzione tra sezioni interne e sezioni al cordone.



In tal caso si nota subito che la percentuale complessiva per le sezioni che superano un grado di congestione di 0,8 si abbassa notevolmente per le sezioni interne per, al contrario, aumentare per le sezioni al cordone. Inoltre, per quest'ultime, la percentuale delle sezioni che scendono al di sotto di un grado di 0,6 si riduce a circa il 30%. Si dimostra così che la criticità maggiore ne deriva dalle componenti veicolari che entrano ed escono dalla città di Salerno.

Individuazione ora di punta

Fase importante delle analisi è l'individuazione dell'ora di punta significativa per tutte le sezioni. Tale verifica evidenzia gli intervalli temporali per i quali, l'eventuale fenomeno di congestione nelle varie sezioni, raggiunge il suo picco massimo. Definiti intervalli temporali di mezz'ora a partire dalle 7:00 alle 24:00 nell'arco dell'intera giornata, si è previsto il conteggio delle varie ore di punta ricavate dalle analisi locali, in modo da definirne l'appartenenza ai vari intervalli fissati. Per mostrare i risultati ottenuti il tutto è stato riportato su appositi diagrammi che mostrassero il conteggio delle varie ore di punta per ogni intervallo temporale in cui esse comparivano. Inoltre, si è definito tale conteggio in percentuale per consentire la semplice individuazione dell'ora di punta, significativa del flusso massimo.



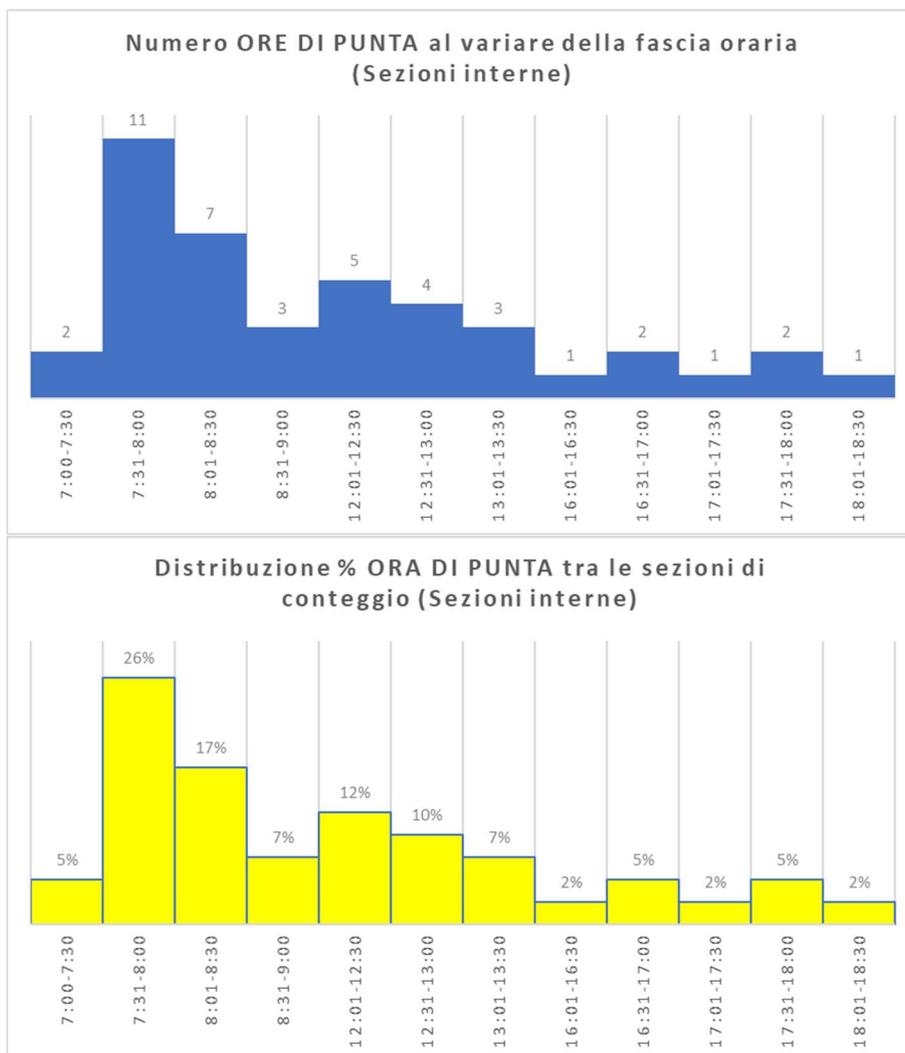
Si evince, dalla semplice osservazione, che risulta essere significativo considerare non un singolo intervallo bensì tre intervalli di riferimento a tre ore di punta differenti; tale individuazione è legata alla presenza netta di tre picchi massimi.

A tal fine si individuano quindi i seguenti intervalli:

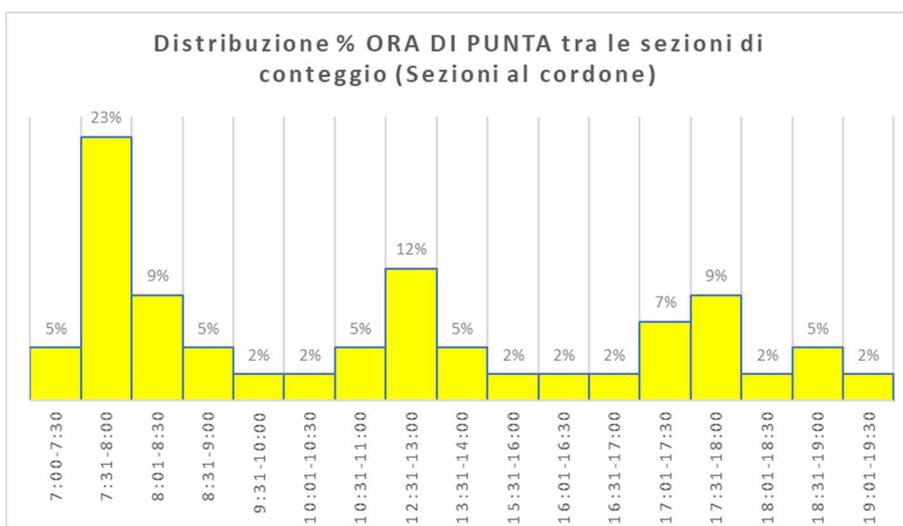
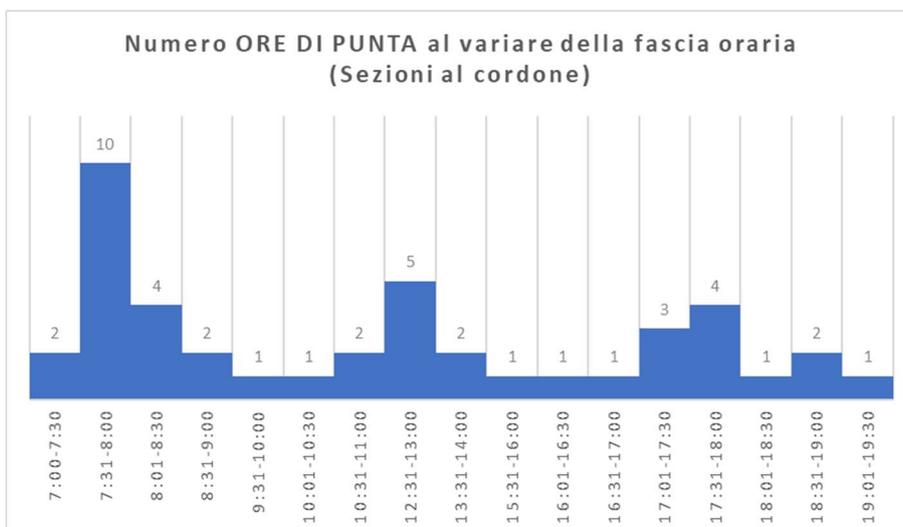
- Ora di punta al mattino → 7:30-8:30
- Ora di punta a pranzo → 12:00-13:00
- Ora di punta la sera → 17:00-18:00

Si è poi previsto il confronto di tali intervalli distinguendo le analisi tra le sezioni interne e le sezioni al cordone.

-Sezioni interne



-Sezioni al cordone



Dall'osservazione congiunta dei diagrammi per le due tipologie di sezioni si rafforza la scelta dei tre intervalli temporali individuati risultando, anche per esse, compatibili.

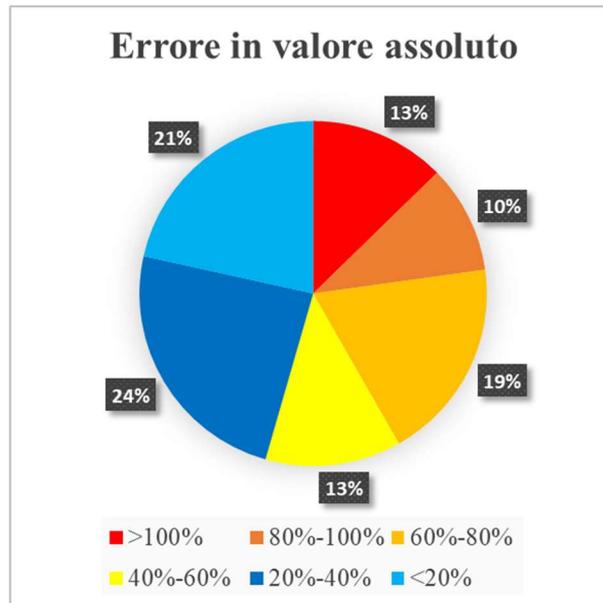
Infine, individuate le ore di punta, è stata calcolata la media tra le percentuali indicanti la compatibilità di tali ore per tutte le sezioni.

Media ora di punta 07:30-08:30	Media ora di punta 12:00-13:00	Media ora di punta 17:00-18:00
76%	70%	78%

Avendo una media che in termini percentuali si attesta sempre maggiore al 70% si può ritenere che gli intervalli riferiti alle ore di punta scelti siano accettabili per tutte le sezioni oggetto di analisi.

Validazione con modello di simulazione

Un'ultima analisi è stata il confronto con i dati di rilievo del traffico rispetto a quelli tenuti in conto per la costruzione di un modello, alla base di un altro studio, della città di Salerno. Lo scopo è di validare i risultati che si otterranno da tale modello con la realtà riscontrata tra le varie sezioni. Si allega il grafico di confronto.



Il diagramma è ottenuto evidenziando, basandosi su di una scala cromatica che varia da un rosso ad un celeste secondo un errore in percentuale decrescente, le differenze che si sono ottenute comparando il flusso reale al flusso del modello; le percentuali tengono conto però di un valore assoluto per compattare casi in cui il flusso del modello si presentava sia minore che maggiore del flusso reale. Gli errori che ne derivano risultano essere accettabili per la quasi metà delle sezioni tuttavia, per la restante metà, si riscontrano errori elevati per una percentuale, in particolare, abbastanza elevata per errori superiori all'80%. Cercando di capire a cosa potessero essere dovuti tali problemi si è pensato di verificare l'origine di tali errori elevati; la verifica ha evidenziato una discordanza tra i due flussi, comunque elevata, dovuta ad un problema già esposto ed affrontato. Come descritto in precedenza si sono riscontrate problematiche relative al conteggio del flusso veicolare da parte dei radar, errore che si è riversato un po' in tutte le analisi portando ad una differenza di flusso elevato.

Si può supporre quindi, ancora una volta, che l'effettuazione di nuovi conteggi delle sezioni che evidenziano problematiche evidenti lì dove sono stati posizionati i radar, potrebbe non solo risolvere le varie incongruenze riscontrate nell'effettuazione delle varie analisi ma, allo stesso tempo, consentire una "sovrapposizione" più efficace tra il flusso reale e il flusso del modello, cioè tra realtà e modello.

