

S.S. n.128 "Centrale Sarda"

Lotto 0 bivio Monastir – bivio Senorbì  
1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. CA356

**PROGETTAZIONE:** ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

**PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)*

**RESPONSABILI D'AREA:**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza*

*(Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio*

*(Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura*

*(Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)*

**RESPONSABILE SIA:**

*Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Edoardo Quattrone*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

MANDATARIA:



MANDANTI:



**ELABORATI GENERALI**

**Studio di traffico**



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA356_T00EG00GENRE02_A			
DPCA0356	D 21	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE02	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	NOV. 2021	-	L.MARCANIO	F. NICCHIARELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

## **PROGETTO DEFINITIVO**

**SS128 "Centrale Sarda"**

**Lotto 0, bivio Monastir - bivio Senorbì - 1° stralcio: Lavori di adeguamento dal km 0+200 al km 16+700**

## **Studio di Traffico**

## Sommario

1	PREMESSA E SINTESI DEI RISULTATI	3
2	IL MODELLO TRASPORTISTICO STRADALE LOCALE	5
2.1	OFFERTA E DOMANDA DEL MODELLO LOCALE	5
2.2	LA PROCEDURA DI ASSEGNAZIONE	8
2.3	CALIBRAZIONE E ASSEGNAZIONE DEL MODELLO LOCALE	12
3	GLI INDICATORI DI AREA – SCENARIO ATTUALE	13
4	GLI SCENARI FUTURI DI DOMANDA – CRESCITA DELLA MOBILITÀ DELL’AREA	16
5	GLI INDICATORI DI AREA AGLI ORIZZONTI FUTURI – SCENARIO DI RIFERIMENTO	17
6	ANALISI DEGLI SCENARI DI PROGETTO (2027 E 2037)	19
6.1	ANALISI DEL LIVELLO DI SERVIZIO IN ASSE	22
6.2	ANALISI DEL LIVELLO DI SERVIZIO DELLE ROTATORIE	25

## 1 PREMESSA E SINTESI DEI RISULTATI

Il documento illustra metodologia e risultati delle analisi di traffico sviluppate per il progetto definitivo dell'Intervento SS128 Lotto 0 – bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700.

L'opera fa parte dei lavori di ammodernamento e di adeguamento della SS128 "Centrale Sarda", itinerario regionale di valenza storica che ha costituito fino alla metà degli anni '60 uno dei tre itinerari fondamentali della percorribilità regionale Nord-Sud, e prevede la sistemazione e adeguamento funzionale del tratto da bivio Monastir a bivio Senorbì, della lunghezza di 16,3 Km ad una extraurbana secondaria tipo C1 (larghezza piattaforma stradale 10,50 m), in parte in nuova sede e con l'eliminazione degli incroci a raso.



Figura 1. Rete ANAS di interesse statale e regionale e localizzazione dell'intervento

Lo Studio di Traffico si basa sui risultati forniti dal Modello Trasportistico Stradale DSS opportunamente adattato ad una scala territoriale locale, più dettagliata e funzionale per la valutazione dei risultati che esso fornisce.

Per stimare i flussi attratti dalla nuova infrastruttura è stato estratto un modello regionale a partire dal Modello Trasportistico DSS su scala nazionale implementato da ANAS.

Il modello è stato calibrato su 93 sezioni di conteggio permanente ANAS del traffico distribuite sull'intera regione, per le quali sono disponibili i dati di traffico da rapporto annuale 2019 del Censimento ANAS.

I flussi simulati da modello all'attualità (2019) restituiscono sulla SS128 un valore medio di circa

**7.174 veicoli/giorno**; i flussi sono espressi in veicoli efficaci.

Per veicoli efficaci si intende il volume di traffico medio in grado di fornire le percorrenze complessive sull'intera infrastruttura ( $\sum \text{veicoli} \cdot \text{Km} / \sum \text{Km}$ ).

I flussi simulati da modello restituiscono sulla SS128 adeguata, all'entrata in esercizio (anno 2027), dei valori di **traffico giornaliero medio totale** che vanno da un valore minimo di circa **8.444 veicoli/giorno** (che diventano 9.554 veicoli/giorno nel 2037) nell'ultimo tratto, tra la rotatoria 5 e il bivio Senorbi, al valore massimo di circa **11.204 veicoli/giorno** (che diventano 12.677 veicoli/giorno nel 2037) nel tratto compreso tra la rotatoria 2 e la rotatoria 3.

La verifica del Livello di Servizio (LoS) effettuata seguendo la procedura indicata dall'HCM ai tratti che compongono il progetto e alle intersezioni a rotatoria ha restituito, all'entrata in esercizio, un buon livello di servizio.

Si evidenzia che, per il solo tratto più carico (tra la rotatoria 2 e la rotatoria 3), la percentuale di tempo in coda (PTC) è leggermente superiore ai limiti richiesti dalla norma.

Pertanto la **configurazione di progetto ipotizzata adottando una sezione tipo C1 con gli schemi di intersezione a rotatoria** restituisce un **indice della qualità della circolazione in linea con le richieste della norma**.

In conclusione i risultati evidenziano come l'infrastruttura di progetto sia correttamente dimensionata rispetto ai traffici attesi e come l'intervento determini un impatto nell'area di studio che, pur se contenuto, risulta positivo in termini di riduzione dei tempi di percorrenza spesi in rete.



di trasporto che simulano la mobilità passeggeri e merci in modo da ben riprodurre la mobilità interessata dal progetto in analisi.

In particolare la zonizzazione è stata ricostruita su base sub comunale mediante la disaggregazione delle cinque zone di domanda a ridosso dell'intervento di progetto per un totale di **22 zone** a cui viene schematicamente ricondotta la domanda interna ai comuni per riprodurre la mobilità locale. La zonizzazione adottata è evidenziata nella figura seguente dai centroidi di zona

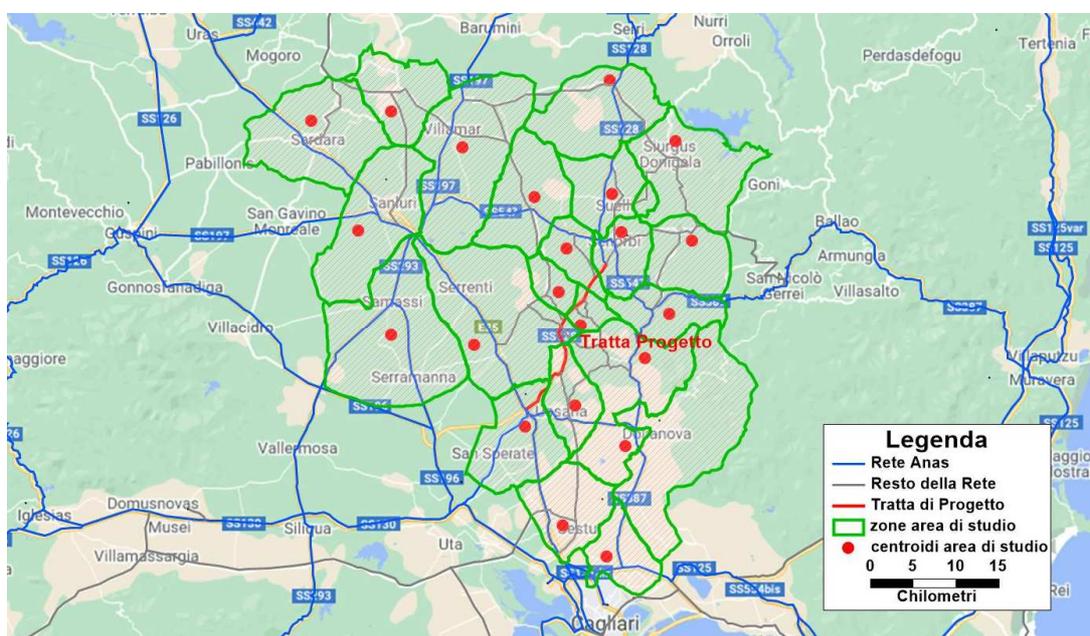


Figura 3. Zonizzazione dell'Area di Studio

Le matrici regionali di partenza sono state calibrate in base ai conteggi di traffico su **93 sezioni di conteggio permanente ANAS del traffico** distribuite sull'intera regione, per le quali sono disponibili i dati di traffico da rapporto annuale 2019 del Censimento ANAS.

La localizzazione sull'offerta di trasporto stradale simulata delle sezioni di conteggio permanente del traffico di ANAS è evidenziata nella figura seguente.

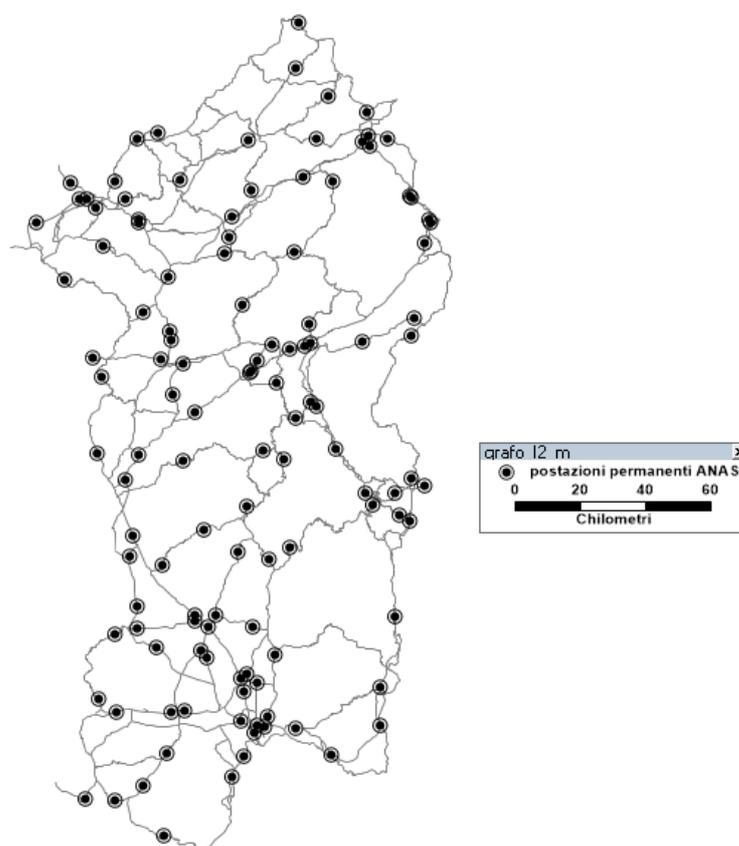
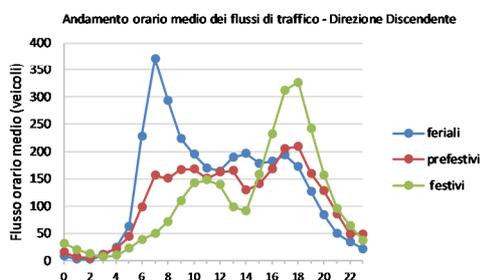
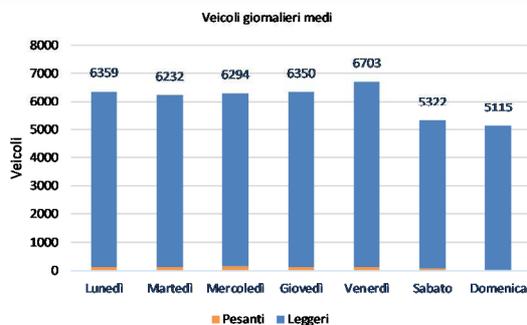
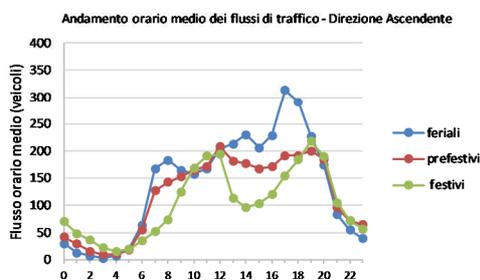


Figura 4. Localizzazione sezioni di conteggio permanenti ANAS

Si riporta di seguito l'andamento dei dati rilevati nel censimento permanente Anas della sezione di rilievo più vicina al progetto, la sezione 885 posizionata al Km 2+723 proprio della SS128 in un tratto che sarà oggetto di interventi di adeguamento.

L'analisi dell'andamento orario del traffico mostra un'incidenza dell'ora di punta (che si verifica nell'intervallo 7.00-8.00) pari all' 8,5% del Traffico Giornaliero Medio.

Sezione 885 (SS128, Km 2+723)		Lat:	39,412123			Lon:	9,058695			Veicoli Leggeri		Veicoli Pesanti	
Direzione del flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Volumi medi negli intervalli			Volumi medi negli intervalli			Velocità Medie Veicoli Leggeri		Velocità medie Veicoli pesanti			
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
Flusso Ascendente	38,52%	250	285	217	51	2	2	77	78	80	66	67	66
Flusso Discendente	38,52%	280	167	122	49	0	3	74	75	78	63	64	66



Periodo: dal 01/01/2019 al 31/12/2019  
Nessun filtro sui giorni  
Giorno di punta del periodo: Venerdì 20 aprile 2018  
Volume giornaliero di punta: 7150 [veicoli/giorno]  
Ora di punta: Lunedì 2 aprile ore 19 - 20  
Flusso dell'ora di punta: 870 [veicoli/ora]  
Tgm Leggeri: 2991 (flusso Asc.), 2950 (flusso Dis.)  
Tgm Pesanti: 55 (flusso Asc.), 52 (flusso Dis.)  
GG con rilevamenti completi: 139

## 2.2 LA PROCEDURA DI ASSEGNAZIONE

La procedura di assegnazione utilizzata per la calibrazione del modello di rete, e per le analisi dei traffici che insistono sulle infrastrutture stradali implementate nel modello, è la MMA-Assignment, ovvero l'assegnazione multimodale e multiclasse che consente di assegnare simultaneamente più matrici a diverse porzioni di rete tenendo quindi in considerazione più tipologie di utenti o veicoli e differenti reti.

I coefficienti di equivalenza utilizzati nell'assegnazione multimodale sono i seguenti:

- 1.0 veicoli equivalenti per i veicoli leggeri (passeggeri);
- 2.5 veicoli equivalenti per i veicoli pesanti (merci).

La tecnica di assegnazione utilizzata è all'Equilibrio Stocastico dell'Utente (SUE), in modo da tenere conto dei vincoli di capacità degli archi appartenenti alla rete funzione delle caratteristiche funzionali e geometriche degli stessi.

La procedura che effettua l'assegnazione alla rete stradale della domanda merci e passeggeri determina i valori delle seguenti variabili:

- gli attributi del modo trasporto sulla base delle caratteristiche tecniche e funzionali della rete stradale nei periodi di riferimento;
- i flussi di traffico (numero dei veicoli) prodotti sulla rete stradale dalla suddetta domanda;
- i livelli di servizio della rete espressi dalle caratteristiche prestazionali degli archi (tempi, velocità, costi, criticità = rapporto flussi/capacità).

Il caricamento della rete viene simulato come attribuzione di quote omogenee di domanda agli archi del grafo stradale, in base ai percorsi utilizzati per recarsi dalle origini alle destinazioni degli spostamenti. La simulazione della scelta dei percorsi consiste, secondo i criteri della teoria dell'utilità casuale, nella minimizzazione del costo generalizzato del trasporto percepito dal viaggiatore nell'effettuare lo spostamento a fronte dei limiti relativi sia alla sua percezione dello stato della rete stradale che alla conoscenza e discretizzazione del suo comportamento.

L'assegnazione di ogni quota di domanda è riconducibile ad un caricamento stocastico della rete fra le possibili scelte dell'autista ed i flussi di traffico generati nel corso della medesima assegnazione.

Le caratteristiche funzionali della rete considerate nel modello di assegnazione sono le seguenti:

- lunghezza (Km) del singolo arco;
- tempo di percorrenza a flusso nullo dell'arco;
- capacità di deflusso dell'arco.

I parametri utilizzati per il calcolo del costo generalizzato del trasporto sono i seguenti:

- costo chilometrico del trasporto (legato ad ogni singolo arco della rete e funzione dell'estensione chilometrica dello stesso);
- valore monetario del tempo (VOT);
- il costo del pedaggio (ove esistente).

Il tempo di percorrenza dell'arco  $t_{aj}$ , che determina il Valore Monetario del Tempo VOT, è funzione sia delle caratteristiche geometriche e funzionali dell'infrastruttura (velocità a flusso libero, capacità della strada) sia del flusso che vi transita in quanto al crescere dei flussi cresce anche il condizionamento tra i veicoli e può essere determinato attraverso funzioni sperimentali.

Ad ogni arco corrisponde una legge di deflusso, nel modello è utilizzata una funzione sperimentale del tipo BPR, la cui espressione generale è:

$$t^{BPR}(q) = t_0 \left[ 1 + \alpha \cdot \left( \frac{q}{n \cdot C} \right)^\beta \right]$$

in cui il tempo di percorrenza di un tratto unitario dell'arco ad un dato livello di flusso è espresso come funzione del tempo di percorrenza dell'arco a flusso nullo  $t_0$  per un fattore maggiore dell'unità che dipende dal flusso  $q$ , dalla capacità  $nC$  dell'arco stesso (in cui  $n$  rappresenta il numero di corsie e  $C$  la capacità di una corsia) e da due parametri  $\alpha$  e  $\beta$  che derivano da calibrazione.

Il valore del tempo di viaggio (Value Of Time, VOT) è considerato dalla letteratura di settore funzione di molteplici fattori quali il salario, il tipo di attività fatta nel tempo risparmiato, l'utilità associata a quest'attività e a quella associata al tempo di viaggio. Tali fattori, oltre a variare per ogni individuo, variano anche in funzione del tipo di spostamento, della motivazione dello spostamento e della fase del viaggio.

Ai fini di una corretta rappresentazione modellistica è stato stimato il VOT per classe di utente, e quindi per i veicoli leggeri e per i veicoli pesanti.

La stima del VOT per i veicoli leggeri è stata determinata a partire dai valori proposti in letteratura, dall'analisi delle informazioni sulle motivazioni di viaggio ottenute attraverso le varie indagini O/D realizzate nel corso degli anni sulle motivazioni del viaggio, dall'analisi di statistiche Istat relative a retribuzioni orarie medie annue e occupati per settore.

Per la stima del VOT dei mezzi pesanti, la letteratura di settore suggerisce di considerare il costo orario dell'autista, in quanto, in questo caso, il tempo di viaggio coincide con il tempo di lavoro. Possono, quindi, essere trascurati altri elementi di valutazione, quali il valore della merce e dell'unità di carico, che incidono nella fase decisionale di scelta modale che precede la scelta del percorso.

Nel modello di assegnazione i valori del tempo applicati sono pari a **0,20 euro/minuto** (12 euro/ora) per i veicoli leggeri e a **0,5 euro/minuto** (30 euro/ora) per i veicoli pesanti. Il VOT dei veicoli leggeri è determinato dal Valore Monetario del Tempo della persona (10€/h) e dal coefficiente di riempimento medio del veicolo, stimato in 1,2 persone/veicolo.

In merito al costo monetario di esercizio si ritiene che le principali componenti di costo che influenzano le scelte di itinerario degli utenti dei veicoli leggeri siano:

- costo carburante;
- costo manutenzione;
- costo pneumatici.

Per la stima di tali componenti è stata utilizzata la metodologia dell'Automobile Club di Italia (Aci), che comprende le spese sostenute per l'uso del veicolo (carburante, pneumatici, manutenzione e riparazioni, tassa automobilistica, assicurazione R.C.A.) più, per i settori lavorativi interessati, le quote di ammortamento del capitale utilizzato per l'acquisto.

Per il calcolo del costo medio di esercizio sono stati utilizzati inoltre i dati Aci sulla consistenza del parco auto circolante in Italia relativamente al 2012.

Il valore medio del costo chilometrico per la classe veicoli leggeri scaturito dall'analisi ed utilizzato nel modello è risultato pari a **0,19 euro/km**.

Per la classe veicolare dei mezzi pesanti le componenti di costo di esercizio considerate che influenzano le scelte di itinerario sono:

- costo carburante;
- costo manutenzione;
- costo pneumatici;
- costo personale.

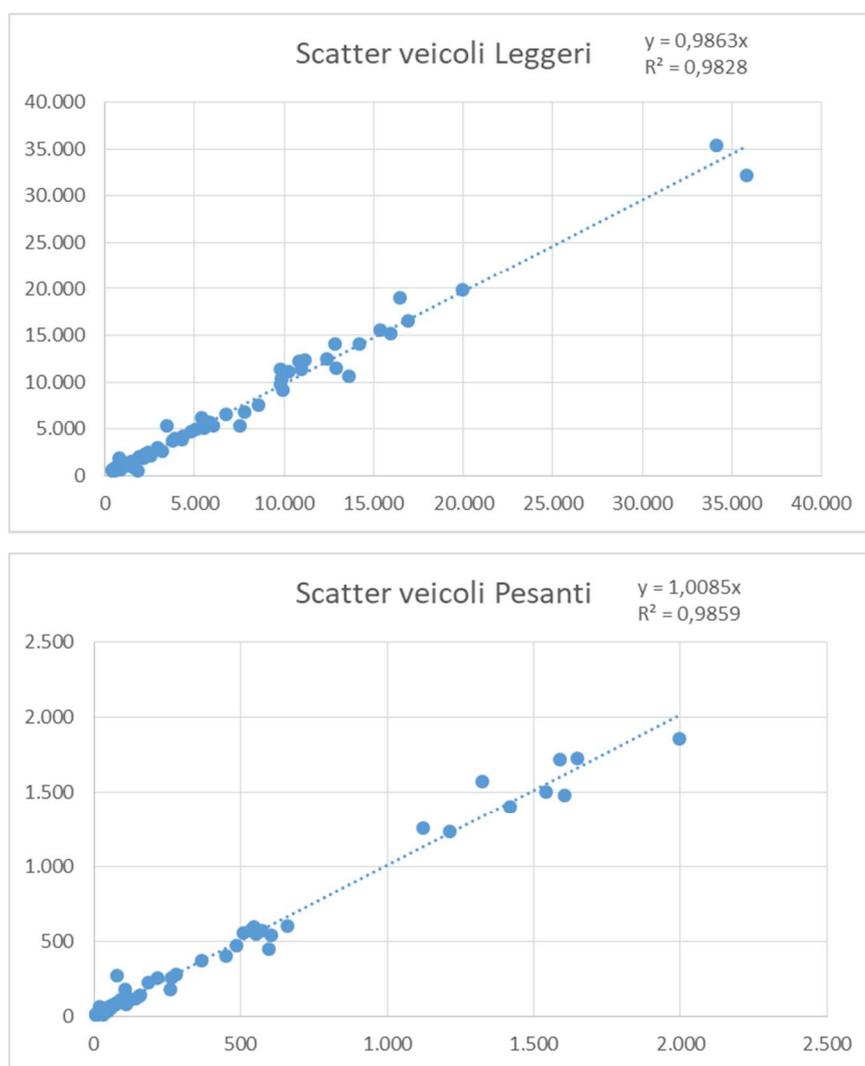
Il calcolo del Costo Chilometrico Medio per i veicoli pesanti è calcolato partendo dalle tabelle dei costi minimi di esercizio in funzione della massa complessiva del veicolo e delle distanze di percorrenza (Aprile 2014) pubblicate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

In base alla tabella precedente, alla consistenza del parco veicolare dei mezzi pesanti distinto per portata utile (Fonte ACI – Anno 2011), e dai dati di Tonnellate/Km trasportate in Italia distinto per classi di percorrenza (Fonte Conto Nazionale dei Trasporti – Anno 2015), è stato calcolato Il valore medio del costo chilometrico per un veicolo pesante, risultato pari a **0,79 euro/km**.

L'offerta di trasporto implementata, unitamente alla domanda di trasporto ad essa associata, consente di determinare i flussi di traffico di media e lunga percorrenza che si attestano sulle infrastrutture stradali simulate, esistenti e di progetto.

### 2.3 CALIBRAZIONE E ASSEGNAZIONE DEL MODELLO LOCALE

Le figure seguenti mostrano la correlazione, per i due differenti segmenti di domanda, veicoli leggeri e veicoli pesanti, dei flussi simulati sulla rete rispetto a quelli conteggiati nelle sezioni di rilievo stradale dell'Area di Studio ottenute a seguito della calibrazione del modello di domanda/offerta di trasporto.



Si deve tenere presente che le matrici di domanda ottenute dalla calibrazione sono da ritenersi significative, per l'area di studio, degli **spostamenti tra le zone di un giorno feriale medio, all'anno di riferimento 2019**.

Complessivamente la domanda di trasporto, a seguito della calibrazione, è caratterizzata da:

- 294.057 spostamenti di veicoli leggeri passeggeri tra le diverse zone di traffico;
- 10.178 spostamenti di veicoli pesanti merci tra le diverse zone di traffico.

### 3 GLI INDICATORI DI AREA – SCENARIO ATTUALE

Determinate e calibrate le matrici Origine–Destinazione della domanda, è stata effettuata l'assegnazione dei veicoli al grafo stradale attuale, ottenendo le informazioni sui flussi di traffico in rete.

La procedura che effettua l'assegnazione alla rete stradale della domanda merci e passeggeri determina i valori delle seguenti variabili:

- gli attributi del modo trasporto sulla base delle caratteristiche tecniche e funzionali della rete stradale nei periodi di riferimento;
- i flussi di traffico (numero dei veicoli) prodotti sulla rete stradale dalla suddetta domanda;
- i livelli di servizio della rete espressi dalle caratteristiche prestazionali degli archi (tempi, velocità, costi, criticità = rapporto flussi/capacità).

Il caricamento della rete viene simulato come attribuzione di quote omogenee di domanda agli archi del grafo stradale, in base ai percorsi utilizzati per recarsi dalle origini alle destinazioni degli spostamenti.

Come già descritto, la simulazione della scelta dei percorsi consiste, secondo i criteri della teoria dell'utilità casuale, nella minimizzazione del costo generalizzato del trasporto percepito dal viaggiatore nell'effettuare lo spostamento a fronte dei limiti relativi sia alla sua percezione dello stato della rete stradale che alla conoscenza e discretizzazione del suo comportamento.

La figura seguente mostra, su scala locale, i risultati dell'assegnazione della domanda di trasporto all'offerta di trasporto simulata, espressa in figura come somma effettiva dei veicoli Leggeri e Pesanti (non è applicato il coefficiente di equivalenza); l'immagine evidenzia i flussi sulla rete di trasporto stradale simulata nella situazione attuale in funzione dei risultati della calibrazione esposti precedentemente e dei parametri assunti alla base del modello di assegnazione adottato.

E' stato evidenziato in rosso il tratto di SS128 da bivio Monastir (A) a bivio Senorbi (H) che sarà oggetto degli interventi di adeguamento.

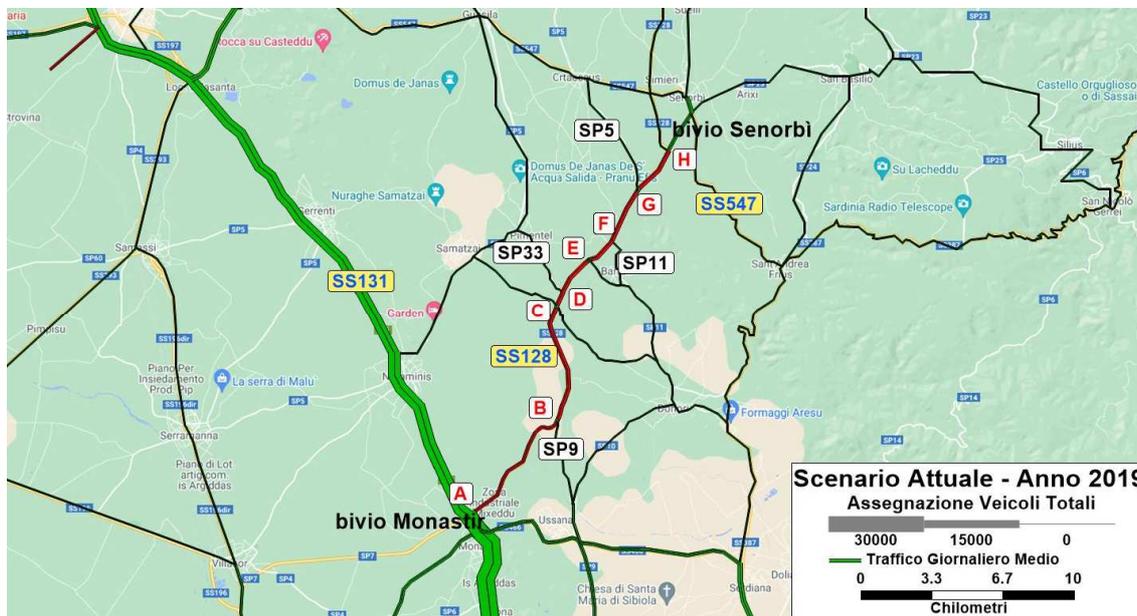


Figura 5. Flusso espresso come somma di veicoli Leggeri e Pesanti - anno 2019

La calibrazione, e conseguente ricostruzione modellistica della situazione attuale della mobilità, è fondamentale sia per la verifica dello stato delle infrastrutture e della mobilità su cui si andrà ad inserire il progetto che per fornire una solida base modellistica di “fotografia” del contesto reale della mobilità dell’area su cui inserire la componente previsiva di scenari futuri di domanda ed offerta di trasporto.

La verifica della situazione attuale, corrispondente all’anno 2019 a cui fanno riferimento i rilievi di traffico disponibili, è finalizzata:

- a verificare lo stato complessivo della mobilità in termini di percorrenze di area (veicoli\*Km);
- a verificare i tempi complessivamente spesi in rete ed il conseguente livello medio di congestione (veicoli\*h).

I due indicatori precedenti, riportati agli scenari futuri di domanda di trasporto attraverso opportuni tassi di proiezione della domanda di mobilità (scenari di riferimento) sono funzionali al confronto con i corrispondenti indicatori degli scenari infrastrutturali futuri di offerta di progetto (scenari di progetto) e sono da input per le verifiche di sostenibilità economica del progetto attraverso l’Analisi Costi Benefici.

La tabella seguente evidenzia le percorrenze ed il tempo speso in rete complessivo giornaliero nella situazione attuale.

<b>Scenario Attuale - Anno 2019 - indicatori di area giornalieri</b>	
Leggeri Veicoli*Km	463.172
Leggeri Veicoli*h	8.651
Pesanti Veicoli*Km	18.076
Pesanti Veicoli*h	340
Velocità Leggeri (km/h)	53,54
Velocità Pesanti (km/h)	53,16

I flussi simulati da modello all'attualità (2019) restituiscono sulla SS128 (da A ad H) un valore medio di circa **7.174 veicoli/giorno**; i flussi sono espressi in veicoli efficaci.

Per veicoli efficaci si intende il volume di traffico medio in grado di fornire le percorrenze complessive sull'intera infrastruttura ( $\sum \text{veicoli} * \text{Km} / \sum \text{Km}$ ).

La tabella seguente riporta i traffici giornalieri, distinti in veicoli leggeri e pesanti, per ciascuna tratta di cui si compone la SS128 oggetto di studio.

Strada	Tratta	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali	Anno
SS128	A (bivio Monastir) - B (SP9)	5.384	96	5.480	2019
SS128	B (SP9) - C	7.837	136	7.973	2019
SS128	C - D (SP33)	7.949	138	8.087	2019
SS128	D (SP33) - E	7.685	133	7.817	2019
SS128	E - F (SP11)	7.574	129	7.703	2019
SS128	F (SP11) - G (SP5)	8.213	166	8.378	2019
SS128	G (SP5) - H (bivio Senorbi)	7.332	154	7.486	2019

#### 4 GLI SCENARI FUTURI DI DOMANDA – CRESCITA DELLA MOBILITÀ DELL'AREA

Al fine di valutare l'entità dei flussi che potranno interessare i territori compresi nell'Area di Studio, si sono ricostruiti gli orizzonti temporali futuri di crescita della domanda.

Come periodo temporale di previsione della domanda di trasporto complessiva merci e passeggeri sono stati considerati diversi orizzonti temporali a partire dai traffici stimati all'attualità. In particolare si sono ricostruiti gli orizzonti temporali di crescita della domanda all'anno 2027, in cui si prevede l'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto, fino a 10 anni dall'entrata in esercizio dell'intervento.

La figura successiva mostra l'andamento della curva di crescita della domanda passeggeri e merci adottata.

TASSI ANNUI	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Leggeri	0.0%	-22.2%	15.9%	6.0%	2.0%	2.0%	1.8%	1.8%	2.0%	2.0%	2.0%	1.8%	1.5%	1.3%	1.2%	1.0%	0.8%	0.5%	0.3%
Pesanti	0.0%	-16.2%	9.5%	6.0%	2.2%	2.2%	2.0%	2.0%	2.2%	2.2%	2.2%	2.1%	1.8%	1.5%	1.4%	1.2%	1.0%	0.7%	0.5%

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Leggeri	100.0	77.8	90.1	95.5	97.45	99.40	101.19	103.01	105.07	107.17	109.31	111.28	112.95	114.42	115.79	116.95	117.89	118.48	118.83
Pesanti	100.0	83.8	91.8	97.3	99.44	101.63	103.66	105.73	108.06	110.44	112.87	115.24	117.31	119.07	120.74	122.19	123.41	124.27	124.89

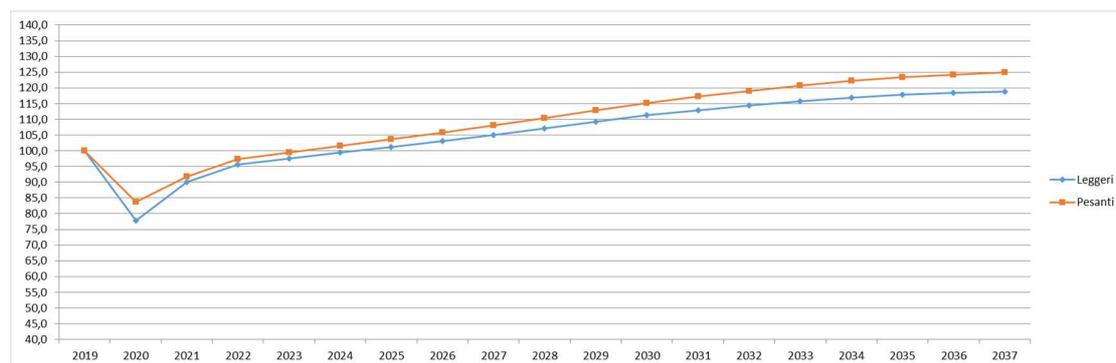


Figura 6. Curva di crescita della domanda

Nella curva di crescita è stato stimato l'impatto sulla mobilità nel 2020 dell'emergenza sanitaria nazionale, stimando la riduzione media annua della mobilità in base ai dati misurati nell'anno. Inoltre, agli orizzonti futuri, si è ipotizzato, coerentemente con altre crisi economiche precedenti, in un triennio il tempo necessario a ritornare ai traffici medi annui del periodo pre-crisi.

L'andamento tracciato corrisponde ad un tasso medio annuo di crescita dal 2019 al 2027 dello 0,62% per la domanda Passeggeri (veicoli Leggeri) e dello 0,97% per la domanda Merci (veicoli Pesanti) e ad un tasso medio annuo di crescita dal 2019 al 2037 dello 0,96% per la domanda Passeggeri (veicoli Leggeri) e dell'1,24% per la domanda Merci (veicoli Pesanti).

Complessivamente, dal 2019 (anno dei dati di rilievo di traffico a cui è stato calibrato il modello) all'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto, si stima una crescita del **5,07% della domanda passeggeri** e dell'**8,06% di quella merci**.

## 5 GLI INDICATORI DI AREA AGLI ORIZZONTI FUTURI – SCENARIO DI RIFERIMENTO

Gli scenari di Riferimento, ovvero a domanda proiettata negli anni ed offerta di trasporto senza infrastruttura di progetto, sono funzionali a stimare la crescita della congestione nell'area di Studio e sull'asse più strettamente interessato all'intervento e fornire gli indicatori di area (veicoli\*Km e veicoli\*h) da mettere a confronto con gli scenari infrastrutturali di progetto alle stesse annualità. La tabella seguente mostra i risultati di area ai due orizzonti temporali analizzati (entrata in esercizio e dieci anni dall'entrata in esercizio).

Scenario di Riferimento - indicatori di area giornalieri		
Indicatori	Anno 2027	Anno 2037
Leggeri Veicoli*Km	490.155	559.909
Leggeri Veicoli*h	9.158	10.513
Pesanti Veicoli*Km	19.945	23.283
Pesanti Veicoli*h	376	441
Velocità Leggeri (km/h)	53,52	53,26
Velocità Pesanti (km/h)	53,05	52,78

Nello scenario di riferimento, ossia nell'ipotesi che al 2027 non vengano realizzati gli interventi previsti, sulla base della curva di crescita di domanda ipotizzata, si stima sulla SS128 (da A ad H) un valore medio di circa **7.567 veicoli/giorno** (che diventano 8.562 veicoli/giorno nel 2037).

Le tabelle seguenti riportano i traffici giornalieri, distinti in veicoli leggeri e pesanti, per ciascuna tratta di cui si compone la SS128 oggetto di studio per i due scenari temporali 2027 e 2037.

Strada	Tratta	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali	Anno
SS128	A (bivio Monastir) - B (SP9)	6.009	118	6.127	2027
SS128	B (SP9) - C	8.056	160	8.216	2027
SS128	C - D (SP33)	8.166	162	8.328	2027
SS128	D (SP33) - E	7.931	156	8.087	2027
SS128	E - F (SP11)	7.792	152	7.944	2027
SS128	F (SP11) - G (SP5)	8.594	176	8.770	2027
SS128	G (SP5) - H (bivio Senorbi)	7.609	163	7.772	2027

Strada	Tratta	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali	Anno
SS128	A (bivio Monastir) - B (SP9)	6.797	136	6.933	2037
SS128	B (SP9) - C	9.111	185	9.296	2037
SS128	C - D (SP33)	9.236	187	9.423	2037
SS128	D (SP33) - E	8.970	181	9.151	2037
SS128	E - F (SP11)	8.812	176	8.988	2037
SS128	F (SP11) - G (SP5)	9.720	204	9.924	2037
SS128	G (SP5) - H (bivio Senorbi)	8.606	188	8.794	2037

I risultati evidenziano un lieve incremento della mobilità nell'area, coerentemente con la crescita di domanda stimata.

I risultati evidenziano inoltre un leggero decadimento delle caratteristiche prestazionali della rete, con riduzione delle velocità medie di percorrenza, dovuto all'incremento della mobilità a parità di offerta di trasporto.

## 6 ANALISI DEGLI SCENARI DI PROGETTO (2027 E 2037)

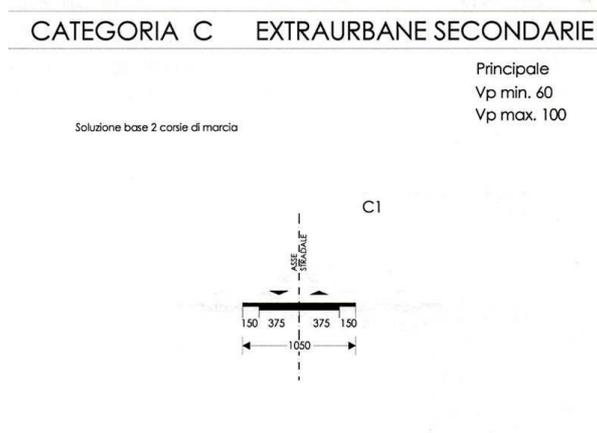
Il modello stradale consiste in quello descritto nella situazione attuale con l'aggiunta del nuovo progetto, in particolare la realizzazione della nuova SS128 tra bivio Monastir e bivio Senorbì. L'opera fa parte dei lavori di ammodernamento e di adeguamento della SS128 "Centrale Sarda" e prevede la sistemazione e adeguamento funzionale del tratto da bivio Monastir a bivio Senorbì ad una extraurbana secondaria tipo C1 con l'eliminazione degli incroci a raso.



Figura 7. Localizzazione progetto

L'intervento di adeguamento della SS128 "Centrale Sarda" ha una lunghezza complessiva di 16,3 km. Esso inizia in prossimità dello svincolo con la SS131 "Carlo Felice" al km 0+200 (progressiva di progetto km 0+000), nel comune di Monastir per terminare al km 16+700 circa (progressiva di progetto km 16+280) in una rotatoria già realizzata nel comune di Senorbì. Per il progetto in esame è prevista una sezione stradale tipo C1 (extraurbana secondaria) in accordo con quanto prescritto dal D.M. del 05.11.2001.

Nella figura seguente si riportano le caratteristiche fisiche e funzionali della nuova piattaforma di progetto come previsto dal Decreto 5 novembre 2001 recante "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle strada".



*Figura 8 Sezioni tipo di progetto (DM n.6792/2001)*

Lungo il tracciato sono previste cinque nuove rotatorie oltre alla razionalizzazione degli accessi e la realizzazione di alcune viabilità secondarie di riammaglio alla rete di strade locali esistenti. Le intersezioni a rotatoria a seconda del punto di inserimento, delle viabilità afferenti e dal loro regolare funzionamento sono state inserite secondo le seguenti caratteristiche:

Rotatoria	Diametro esterno	Diametro isola centrale	Larghezza corsia corona giratoria	Numero bracci confluenti
ROT01	42.00	26.00	6.00	4
ROT02	42.00	26.00	6.00	3
ROT03	42.00	26.00	6.00	4
ROT04	42.00	26.00	6.00	3
ROT05	42.00	26.00	6.00	4

Gli elementi modulari, oltre la corona giratoria, sono definiti dalle larghezze dei bracci di ingresso e di uscita; per tutte le rotatorie è stata utilizzata una larghezza per i bracci in entrata pari a 3,50 metri e per i bracci in uscita pari a 4,50 metri.

La figura seguente mostra i risultati dell'assegnazione della domanda di trasporto all'offerta di trasporto simulata. Il flussogramma è riportato all'anno 2027 di entrata in esercizio.



Figura 9 Flussogramma scenario di progetto (veicoli totali) –anno 2027

Le tabelle successive con gli indicatori di rete sono riportate sia al 2027, sia al 2037, orizzonte di medio termine, consentendo di valutare l'impatto complessivo del progetto sulla mobilità dell'area in termini di indicatori di rete (veicoli\*Km e veicoli\*h).

Scenario di Progetto–indicatori di area giornalieri		
Indicatori	Anno 2027	Anno 2037
Leggeri Veicoli*Km	499.168	564.559
Leggeri Veicoli*h	7.824	8.875
Pesanti Veicoli*Km	20.018	23.137
Pesanti Veicoli*h	348	403
Velocità Leggeri (km/h)	63,80	63,61
Velocità Pesanti (km/h)	57,52	57,35

I risultati evidenziano come l'intervento determini un impatto nell'area di studio che risulta positivo in termini di riduzione dei tempi di percorrenza spesi in rete.

Infatti dal confronto tra lo scenario di progetto e quello di riferimento si registra una variazione delle percorrenze complessive di rete (veicoli\*Km leggeri + veicoli\*Km pesanti) dell'1,8% ed una riduzione dei tempi complessivamente spesi in rete (veicoli\*h leggeri + veicoli\*h pesanti) del -14,3%.

I flussi simulati da modello restituiscono sulla SS128 adeguata, all'entrata in esercizio, dei valori di **traffico giornaliero medio totale** che vanno da un valore minimo di circa **8.444 veicoli/giorno** (che diventano 9.554 veicoli/giorno nel 2037) nell'ultimo tratto, tra la rotatoria 5 e il bivio Senorbì, al valore massimo di circa **11.204 veicoli/giorno** (che diventano 12.677 veicoli/giorno nel 2037) nel tratto compreso tra la rotatoria 2 e la rotatoria 3.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i traffici veicolari per tratta distinti in leggeri e pesanti.

Strada	Tratta	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali	Anno
Nuova SS128	Bivio Monastir (A) - ROT2 (B)	10.373	197	10.570	2027
Nuova SS128	ROT2 (B) - ROT3 (C)	10.994	210	11.204	2027
Nuova SS128	ROT3 (C) - ROT4 (E)	9.495	174	9.670	2027
Nuova SS128	ROT4 (E) - ROT 5 (G)	9.583	182	9.765	2027
Nuova SS128	ROT 5 (G) – Bivio Senorbì (H)	8.275	169	8.444	2027

Strada	Tratta	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali	Anno
Nuova SS128	Bivio Monastir (A) - ROT2 (B)	11.732	228	11.960	2037
Nuova SS128	ROT2 (B) - ROT3 (C)	12.434	243	12.677	2037
Nuova SS128	ROT3 (C) - ROT4 (E)	10.739	202	10.941	2037
Nuova SS128	ROT4 (E) - ROT 5 (G)	10.838	210	11.048	2037
Nuova SS128	ROT 5 (G) – Bivio Senorbì (H)	9.359	195	9.554	2037

## 6.1 ANALISI DEL LIVELLO DI SERVIZIO IN ASSE

A questo punto, ottenuti i flussi simulati da modello, si è proceduto alla verifica del livello di servizio, metodo solitamente utilizzato per dimensionare la sezione stradale da adottare.

Il DM 6792/2001 indica il livello di servizio minimo richiesto per ogni tipo di strada e non fa alcun riferimento ai criteri di calcolo e/o verifica dello stesso, precisando che l'unico riscontro possibile è nelle teorie elaborate dall'HCM (Highway Capacity Manual).

La norma richiede un livello di servizio pari a C per la sezione tipo C1.

La procedura di calcolo del livello di servizio adottata, seguendo le indicazioni dell'HCM, prevede una analisi globale, considerando entrambe le direzioni di marcia. Per questa tipologia, "extraurbane secondarie", la velocità non è l'unica misura della qualità del servizio offerto. Il ritardo in accodamento dovuto al volume di traffico sostenuto dall'infrastruttura ed alla presenza di tratti a sorpasso impedito è una misura rilevante dei livelli di servizio. Per queste ragioni, per il calcolo del livello di servizio viene utilizzato l'effetto combinato dei seguenti indicatori:

- Velocità di servizio;
- Percentuale di tempo in accodamento.

La velocità di servizio riflette le necessità di mobilità dell'infrastruttura ed è definita come rapporto tra la lunghezza della tratta oggetto di analisi ed il tempo medio di percorrenza di tutti i veicoli transitati nel periodo temporale di analisi.

La percentuale di tempo in accodamento riflette sia le necessità di mobilità che di accessibilità e viene definita come la media percentuale del tempo speso da tutti i veicoli che, viaggiando in plotoni, rimangono accodati nell'impossibilità di sorpassare. Tale indicatore risulta peraltro difficile da misurare direttamente sul campo e come surrogato di misura diretta viene utilizzata la percentuale di veicoli che viaggiano con interdistanza di 5 secondi l'uno dall'altro.

La combinazione dei due parametri definisce il Livello di Servizio di ogni tronco dell'infrastruttura in base alla seguente figura.

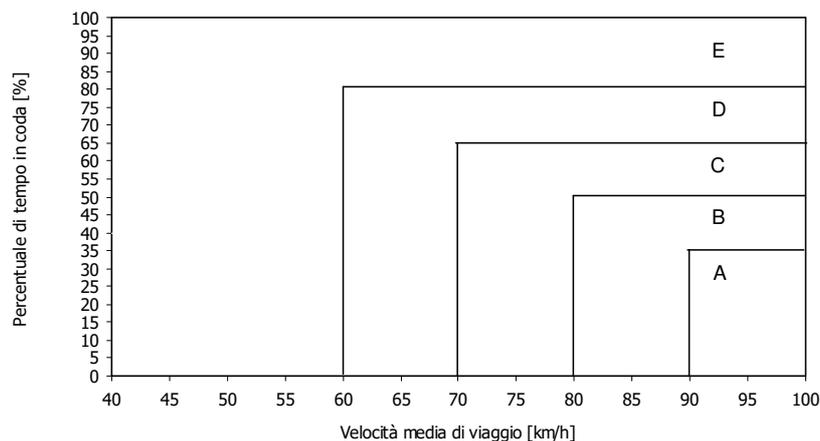


Figura 10. Valori limite per le zone di LOS (Highway Capacity Manual)

Le verifiche di funzionalità sono state effettuate, seguendo la procedura indicata dall'HCM, con i flussi stimati nell'ora di punta della giornata che, dalla sezione di rilievo permanente del traffico di Anas nell'Area di Studio, risulta essere pari a circa l'8,5% del traffico giornaliero medio.

La tabella seguente evidenzia il Livello di Servizio atteso sull'infrastruttura di progetto all'entrata in esercizio distinto per tratte.

Tratta	Veicoli Ora di punta			PTC	Vs	LdS
	Leggeri	Pesanti	Totali			
bivio Monastir (A) - ROT2 (B)	882	17	899	<b>64,68</b>	<b>72,4</b>	<b>C</b>
ROT2 (B) - ROT3 (C)	935	18	953	<b>66,8</b>	<b>71,7</b>	<b>C/D</b>
ROT3 (C) - ROT4 (E)	808	15	822	<b>62,77</b>	<b>73,1</b>	<b>C</b>
ROT4 (E) - ROT 5 (G)	815	15	830	<b>63,14</b>	<b>73</b>	<b>C</b>
ROT 5 (G) - bivio Senorbì (H)	704	14	718	<b>58,87</b>	<b>73,9</b>	<b>C</b>

I risultati evidenziano, all'entrata in esercizio, il corretto dimensionamento dell'infrastruttura. In funzione dei traffici attesi, per il solo tratto più carico compreso tra la Rotatoria 2 e la Rotatoria 3, e per la sola percentuale di tempo in coda (PTC), si evidenzia un valore al limite rispetto a quello consentito dalla norma.

Si riporta per il primo tratto un esempio dei fogli di calcolo utilizzati.

Tratto bivio Monastir (A) - ROT2 (B) - anno 2027

Singole voci di calcolo		
Definizione	Valore input	Descrizione
BVFL	90	Velocità a flusso libero in condizioni base
fcb	2,8	riduzione velocità per larghezza corsie
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso
VHP	924	Volume orario di progetto
phf	1	fattore ora punta
fg	1	Coefficiente altimetrico per velocità media
fg	1	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda
Pt	0,019	Percentuale mezzi pesanti
Pr	0	Percentuale veicoli turistici
Et	1,2	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media
Et	1,1	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda
fnp	3,2	coefficiente riduzione velocità media viaggio
fd/np	9	fattore correttivo tempo in coda

Definizione	Valore
VFL	87,2
fhv	1,00
Q	927,6
<b>Vs</b>	<b>72,4</b>

Velocità media viaggio

fhv	1,00
Q	925,8
BPTC	55,68
<b>PTC</b>	<b>64,68</b>

Percentuale tempo in coda

LdS **C per velocità media**  
 LdS **C per percentuale di tempo in coda**

La verifica del dimensionamento attraverso il calcolo del livello di servizio restituisce quindi all'entrata in esercizio un **indice della qualità della circolazione, adottando una sezione tipo C1, che rispetta le richieste della norma.**

## 6.2 ANALISI DEL LIVELLO DI SERVIZIO DELLE ROTATORIE

L'analisi del livello di servizio è il metodo richiesto dalla norma per la verifica di funzionalità; il metodo si basa sull'attribuzione del livello di servizio (LoS), che rappresenta un indice di misura della qualità della circolazione ottenuto in corrispondenza del flusso di traffico che insiste sul nodo.

Nel caso di rotatorie come quelle della configurazione di progetto, le verifiche sono state condotte adottando due differenti metodi di verifica, SETRA<sup>1</sup> e HCM 2010, in due orizzonti temporali: all'entrata in esercizio ed a dieci anni dall'esercizio.

Il **Metodo SETRA** è un metodo totalmente empirico del calcolo della capacità degli ingressi delle intersezioni a rotatoria, basato sull'analisi dei dati sperimentali con l'ausilio di regressioni statistiche. La procedura di calcolo considera alcune caratteristiche geometriche di base rappresentate dalla larghezza dell'isola spartitraffico ai rami (SEP), dalla larghezza della carreggiata dell'anello (ANN) e dalla larghezza dell'entrata (ENT), misurata dietro il veicolo fermo sulla linea del "dare la precedenza" e alcuni valori di flussi di traffico: volumi di traffico uscente ( $Q_u$ ) e quelli in circolazione nell'anello ( $Q_c$ ), ambedue in prossimità degli ingressi, espressi in veic./h (Figura 11).

Tale metodo per la valutazione della capacità è utilizzato anche nello "Studio a carattere prenormativo", redatto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per la progettazione delle intersezioni stradali<sup>2</sup>

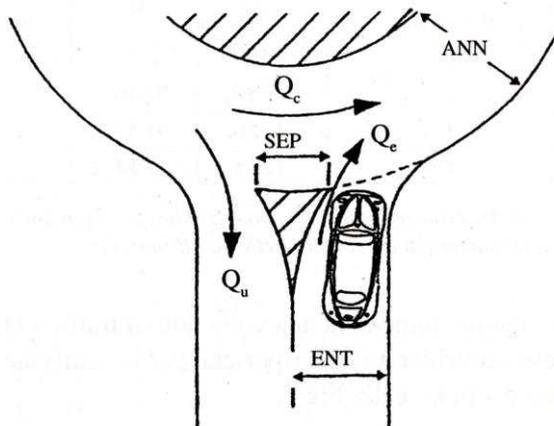


Figura 11. Elementi per il calcolo della capacità (normativa francese)

Il metodo del SETRA fa intervenire nel calcolo della capacità, oltre al traffico che percorre l'anello in corrispondenza di un'immissione, anche il traffico che si allontana all'uscita immediatamente precedente; per cui definisce una relazione lineare, invece che fra capacità e flusso che percorre

<sup>1</sup> Service d'Etudes Techniques des Route set Autoroutes, pubblicata nel 1987

<sup>2</sup> Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale (2001) - Studio a carattere prenormativo: Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali, 10 Settembre 2001.

l'anello, fra capacità e un traffico complessivo di disturbo  $Q_d$ , nel quale intervengono sia il flusso che percorre l'anello  $Q_c$  sia quello in uscita precedentemente definito  $Q_u$ .

Il metodo del SETRA definisce la capacità del braccio C come funzione delle caratteristiche geometriche e di traffico innanzi definite:

$$C = f(Q_u, Q_c, SEP, ANN, ENT)$$

La differenza tra la capacità dell'entrata C e il flusso in ingresso  $Q_i$  è definito riserva di capacità RC dell'entrata e la riserva di capacità permette di fare una valutazione sul funzionamento della rotatoria in termini di livello di servizio e quindi stimare gli effetti che l'intersezione avrà sui flussi veicolari. In Tabella è stato riportato la condizione di esercizio della rotatoria in funzione della riserva di capacità RC(%).

Riserva di capacità (%)	Condizione di esercizio
RC > 30 %	FLUIDO
15 < RC ≤ 30 %	SODDISFACENTE
0 < RC ≤ 15 %	ALEATORIO
RC ≤ 0 %	SATURO/CRITICO

Tabella 1

Il **Metodo HCM 2010** è un metodo teorico (derivato dagli studi condotti dal National Cooperative Highway Research Program Project - NCHRP), in cui il Livello di Servizio (LoS) viene determinato sulla base del tempo di attesa ( $d$ =control delay) e dal rapporto flusso – capacità ( $x=v/c$ ) secondo la tabella di seguito riportata.

Control Delay (s/veh)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio <sup>a</sup>	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c > 1.0$
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Note: <sup>a</sup> For approaches and intersectionwide assessment, LOS is defined solely by control delay.

**Exhibit 21-1**  
 LOS Criteria: Automobile Mode

Figura 12. Criteri di assegnazione del LoS per le intersezioni a rotatoria (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

Nel caso specifico, noti i valori dei flussi in ora di punta in veicoli equivalenti in ingresso e uscita ad

ogni braccio ed i corrispondenti in circolo sull'anello, la procedura per la determinazione del LoS di ogni braccio si ottiene dunque calcolando la capacità di ingresso, in modo da determinare il valore del rapporto flusso capacità, e il tempo di attesa.

La capacità di ingresso di un braccio, nel caso di una singola corsia in ingresso ed una corsia sull'anello, è data dalla formula riportata nella figura seguente.

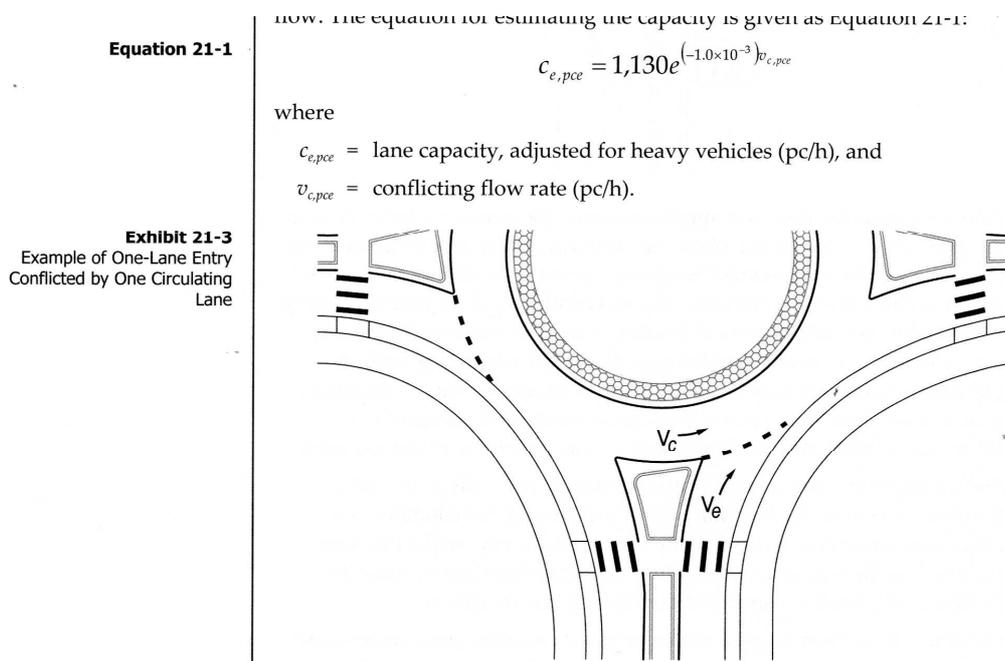


Figura 13. Capacità d'ingresso del braccio di una rotondina (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

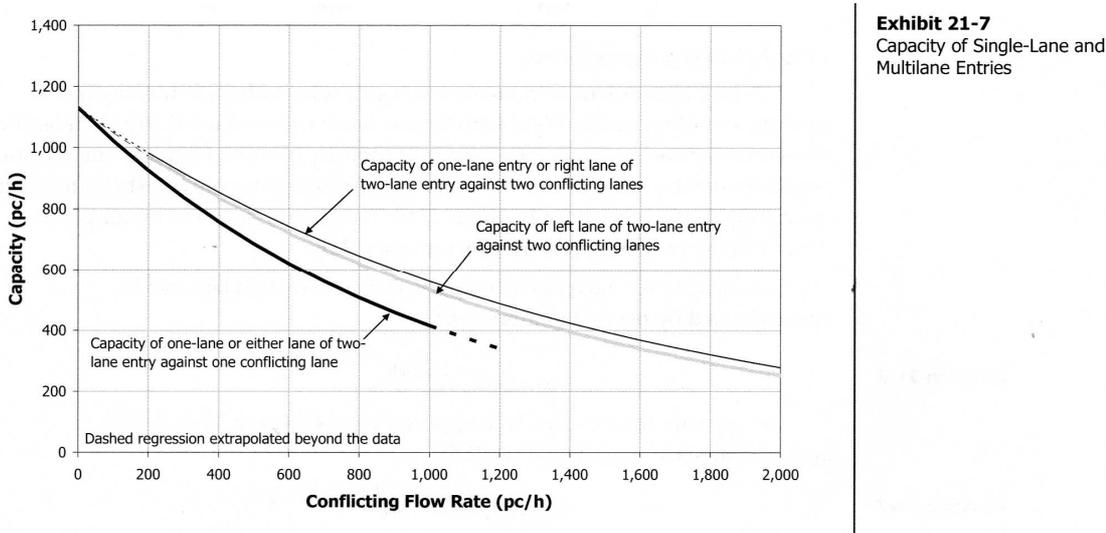


Figura 14. Capacità in funzione del numero di corsie dell'anello (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

Il tempo di attesa all'ingresso di un braccio, invece, è dato dalla formula riportata nella figura seguente.

*Highway Capacity Manual 2010*

$$d = \frac{3,600}{c} + 900T \left[ x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c}\right)x}{450T}} \right] + 5 \times \min[x, 1]$$

where

- $d$  = average control delay (s/veh),
- $x$  = volume-to-capacity ratio of the subject lane,
- $c$  = capacity of the subject lane (veh/h), and
- $T$  = time period (h) ( $T = 0.25$  h for a 15-min analysis).

Equation 21-17 is the same as that for STOP-controlled intersections except that the "+ 5" term has been modified. This modification is necessary to account for the YIELD control on the subject entry, which does not require drivers to come to a complete stop when there is no conflicting traffic. At higher volume-to-capacity ratios, the likelihood of coming to a complete stop increases, thus causing behavior to resemble STOP control more closely.

**Equation 21-17**  
*The third term of this equation uses the calculated volume-to-capacity ratio or 1, whichever is less.*

Figura 15. Tempo di attesa al braccio di una rotondella (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

In base all'HCM, il livello di servizio per le intersezioni a rotondella è definito in termini di tempo di attesa cioè di stazionamento di un veicolo all'incrocio secondo la tabella seguente.

tempo di attesa (s/veic.)	LOS	
	$v/c \leq 1$	$v/c > 1$
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Tabella 2 Tabella per l'assegnazione del Los (Fonte HCM 2010)

Infine si può calcolare la lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile, con la seguente formula, al fine di valutare la funzionalità delle intersezioni di svincolo.

Equation 21-20

$$Q_{95} = 900T \left[ x - 1 + \sqrt{(1-x)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c}\right)x}{150T}} \right] \left( \frac{c}{3,600} \right)$$

where

$Q_{95}$  = 95th percentile queue (veh),

$x$  = volume-to-capacity ratio of the subject lane,

$c$  = capacity of the subject lane (veh/h), and

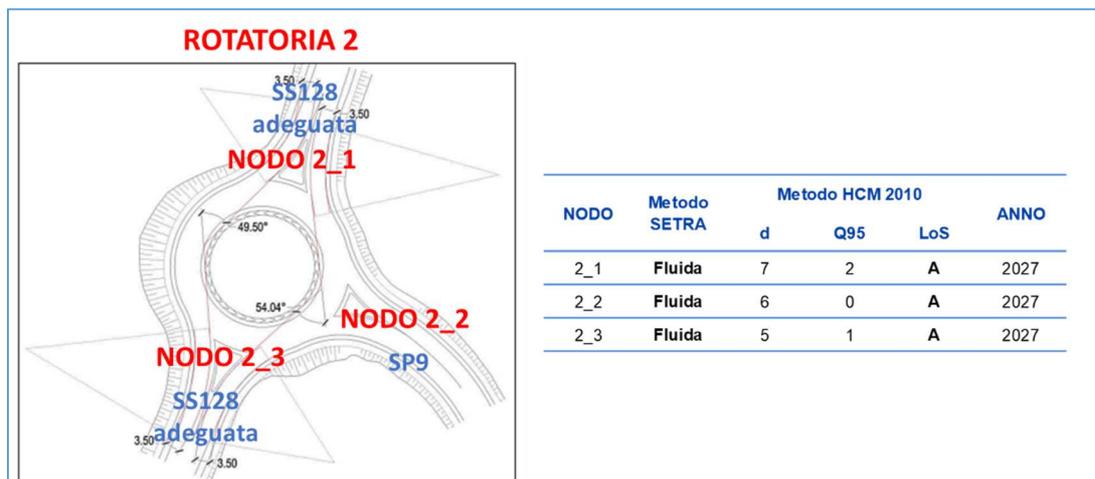
$T$  = time period (h) ( $T = 1$  for a 1-h analysis,  $T = 0.25$  for a 15-min analysis).

Figura 16. Lunghezza della coda in veicoli equivalenti (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

Applicando i due metodi di verifica ai nodi delle rotatorie di progetto, si osserva, come riportato nelle tabelle esplicative successive, che **all'entrata in esercizio le configurazioni adottate restituiscono una qualità della circolazione che rispetta la norma.**

In particolare tutti i nodi dei bracci di accesso alle rotatorie di progetto, evidenziati nelle figure seguenti, hanno restituito al 2027 un LoS pari ad A che è rappresentativo di un ritardo molto breve (tempo di attesa in ingresso in rotatoria "d"), al di sotto dei 10 secondi per veicolo. Questo livello di servizio si ha quando la progressione è estremamente "favorevole" e la maggior parte dei veicoli in arrivo non si ferma del tutto nell'immissione alla rotatoria. In tabella è anche rappresentata la lunghezza della coda stimata al 95° percentile dell'ora di punta ( $Q_{95}$ ), con valori mai superiori ad un accodamento di due veicoli.

Si riportano di seguito a titolo di esempio i fogli di calcolo utilizzati per le verifiche ai nodi della Rotatoria 2, per le altre rotatorie sono riportati i risultati principali. Sulla Rotatoria 1 (a servizio di una zona industriale di carattere locale) e sul nodo 2 della Rotatoria 5 non sono state condotte analisi per mancanza di dati.

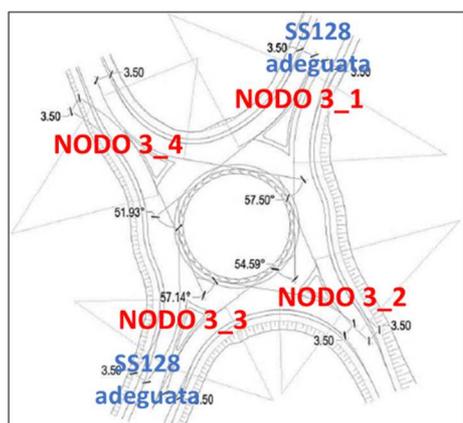


<b>Nodo 2_1 rotonda 2 sulla SS 128 adeguata</b>		anno 2027
		Veic. Equ.
Flusso uscente dalla rotonda sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	524
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	0
Flusso entrante in rotonda	Qi (veic./h)	456
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	3,5
Traffico uscente equivalente	Q1u	314
Traffico complessivo di disturbo	Qd	245
Capacità del braccio di immissione	C	1.158
Riserva di capacità	Rc	471
	Rc%	50,8%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotonda (s/veic.)	d	7
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1130
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso - capacità	x=v/c	0,40
Livello di servizio	LoS	A
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	1
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	2

<b>Nodo 2_2 rotonda 2 sulla SP 9</b>		anno 2027
		Veic. Equ.
Flusso uscente dalla rotonda sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	41
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	509
Flusso entrante in rotonda	Qi (veic./h)	15
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	3,5
Traffico uscente equivalente	Q1u	25
Traffico complessivo di disturbo	Qd	615
Capacità del braccio di immissione	C	900
Riserva di capacità	Rc	705
	Rc%	97,9%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotonda (s/veic.)	d	6
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	679
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso - capacità	x=v/c	0,02
Livello di servizio	LoS	A
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0

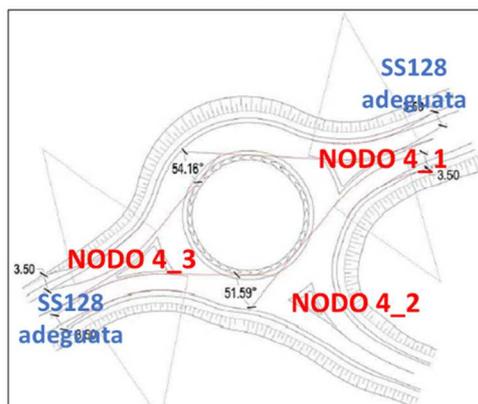
Nodo 2_3 rotatoria 2 sulla SS 128 adeguata		anno 2027
		Veic. Equ.
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	167
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	1
Flusso entrante in rotatoria	Qi (veic./h)	186
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	3,5
Traffico uscente equivalente	Q1u	100
Traffico complessivo di disturbo	Qd	79
Capacità del braccio di immissione	C	1.274
Riserva di capacità	Rc	834
	Rc%	81,8%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	5
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1129
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso - capacità	x=v/c	0,16
Livello di servizio	LoS	A
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	1

### ROTATORIA 3



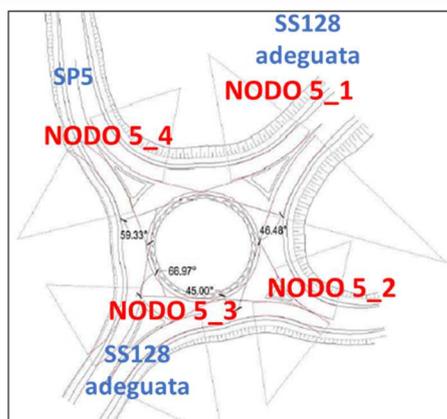
NODO	Metodo SETRA	Metodo HCM 2010			ANNO
		d	Q95	LoS	
3_1	Fluida	7	2	A	2027
3_2	Fluida	5	0	A	2027
3_3	Fluida	5	1	A	2027
3_4	Fluida	6	0	A	2027

### ROTATORIA 4



NODO	Metodo SETRA	Metodo HCM 2010			ANNO
		d	Q95	LoS	
4_1	Fluida	7	1	A	2027
4_2	Fluida	6	0	A	2027
4_3	Fluida	5	1	A	2027

### ROTATORIA 5



NODO	Metodo SETRA	Metodo HCM 2010			ANNO
		d	Q95	LoS	
5_1	Fluida	6	1	A	2027
5_3	Fluida	5	1	A	2027
5_4	Fluida	5	0	A	2027

