

**S.S.121 "Catane"**  
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. UP62

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

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

*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)*

**PROGETTISTA:**

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. Luigi Mupo*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**



**ELABORATI GENERALI**  
**Relazione Trasportistica**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	UP62_T00EG00GENRE02_A			
DPUP0062	D 23	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE02	A	-
D		-	-		
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	APR. 2024	D'ARMINI	M.CAPASSO	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

ITINERARIO PALERMO-AGRIGENTO  
Ammodernamento della SS121 e della SS189 tratto  
Palermo-Lercara  
TRATTO A PALERMO – BOLOGNETTA

**PROGETTO DEFINITIVO**

cod. UP62

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE TECNICA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Luigi MUPO

PROTOCOLLO

DATA

**Elaborati Generali  
Relazione Trasportistica**

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PRG. ANNO

DPUP0062 D 23

NOME FILE

Relazione trasportistica

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. T00EG00GENRE02

A

—

C					
B					
A	EMISSIONE	Apr.2024	D'Armini	D'Armini	Magarò
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

1	INQUADRAMENTO DELLO STUDIO E SINTESI DEI RISULTATI.....	2
2	La ricostruzione della domanda di mobilità e dell'offerta di trasporto attuale dell'area di studio.....	6
2.1	ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI PIANO.....	7
2.2	ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO.....	8
3	DEFINIZIONE DELLA RETE DI TRASPORTO STRADALE.....	9
4	La calibrazione del modello alla situazione attuale.....	13
5	Gli indicatori di area ed i Livelli di servizio dell'attuale SS121 nella tratta di progetto – Scenario Attuale.....	16
6	Gli scenari futuri di domanda – crescita della mobilità dell'area.....	21
7	Gli indicatori di area ed i Livelli di servizio dell'attuale SS121 agli orizzonti futuri – Scenario di Riferimento.....	22
8	La ricostruzione della domanda di mobilità e dell'offerta di trasporto di progetto dell'area di studio – Scenario di Progetto.....	24
9	I Livelli di Servizio nelle tratte di progetto e l'impatto sulla viabilità esistente – Scenari di Progetto.....	28
9.1	SCENARIO DI PROGETTO – TRAFFICI E LIVELLI DI SERVIZIO SULL'ASSE DI PROGETTO.....	30
9.2	SCENARIO DI PROGETTO – L'IMPATTO SULLA SS121 – LIVELLI DI SERVIZIO.....	31
9.3	SCENARIO DI PROGETTO – L'IMPATTO SULLA A19.....	31

## 1 INQUADRAMENTO DELLO STUDIO E SINTESI DEI RISULTATI


Lo Studio di Traffico nell'ambito del Progetto Definitivo è finalizzato all'aggiornamento della stima dei traffici attesi sull'asse di progetto al fine di valutarne il corretto dimensionamento e fornendo un'indicazione sulla capacità del tracciato a soddisfare le necessità di mobilità del territorio.

L'intervento oggetto di studio si inserisce nel più ampio corridoio Palermo-Agrigento, previsto in ammodernamento dall'Accordo di Programma Quadro per il Trasporto Stradale stipulato nel novembre 2001. L'Asse "Palermo-Agrigento", ricompreso tra le infrastrutture strategiche di Legge Obiettivo (L.O.) con Delibera CIPE n.121 del 21.12.2001, è altresì incluso nel Piano Regionale dei Trasporti della Sicilia e mobilità (PRTM) adottato con Delibera di Giunta di Governo Regionale n.322 dell'11.10.2002.

A seguito dei pareri acquisiti l'intervento complessivo di adeguamento dell'itinerario Palermo - Agrigento tra la A19 ed il confine della Provincia di Palermo (territorio comunale di Castronovo di Sicilia) è stato suddiviso in due tratti, a loro volta articolati in lotti funzionali e sub-lotti come di seguito riassunti:

- Tratto A: - Lotto 1 - sub-lotti 1a e 1b di estensione circa 16,5 Km e oggetto della presente progettazione definitiva;
- Tratto B:
  - Lotto 2 - sub-lotti 2a e 2b: il cui progetto preliminare è stato sviluppato nuovamente prevedendo l'adeguamento a categoria C1, compatibile con una futura sezione stradale di tipo B, della strada esistente come richiesto dal MATTM. Nel 2008 il Lotto 2 - sub-lotti 2a e 2b - è stato approvato con Delibera CIPE 84/2008 e al momento sono in corso di esecuzione i lavori da parte del Contraente Generale;
  - Lotto 3:
  - 3a e 3b attualmente in progettazione e compreso nell'intervento PA783.



S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

Il presente progetto del Tratto A Lotto 1 prevedeva l'ammodernamento a categoria C1 del DM 05/11/2001 della SS121 ed è stato avviato nel 2018 redigendo un progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) che metteva a confronto tre diverse alternative di tracciato.

Su tale progetto ANAS ha svolto la Conferenza di Servizi preliminare conclusasi con Determinazione motivata favorevole del 31.05.2019 (prot.CDG-0317134-P), nell'ambito della quale è stato rilasciato il 28.02.2019 (prot.CDG-49021-A) il parere favorevole della Soprintendenza Beni culturali e Ambientali di Palermo.

A novembre 2019 è stata avviata la progettazione definitiva e in data 16.01.2020 è pervenuta dalla Regione Siciliana la richiesta di procedere con la realizzazione di una strada di categoria tipo B (nota prot. 406 del 16.01.2020). A seguito di tale richiesta sono stati svolti approfondimenti negli studi di traffico che hanno indicato al 2026 un Traffico Giornaliero Medio (TGM) compreso tra 13400 e 28200 veicoli/g, variabile sui singoli tronchi individuati dagli svincoli previsti in tracciato. Tali volumi di traffico sono molto elevati per un asse a due corsie e ridurrebbero i valori di velocità media incrementando i tempi di coda dei veicoli.

La questione dei traffici, in aggiunta alle problematiche del sedime attuale (ridotti raggi di curvatura e successione di accessi diretti ed innesti a raso), ha portato alla condivisione con il MIT della proposta di modifica dell'intervento da una sezione stradale tipo C1 ad una tipo B ai sensi del D.M. del 05.11.2001 e a marzo 2021 si è svolto un incontro con la Regione Siciliana ed è stata condivisa la soluzione progettuale per la realizzazione di una tipo B.

È stata pertanto successivamente riavviata la progettazione definitiva e sono state analizzate due diverse alternative di tracciato denominate Alternativa A e Alternativa B, ponendo l'accento sul confronto tra le rispettive caratteristiche funzionali e prestazionali, analizzandone gli aspetti di sicurezza, ambientali e di costo di modo da determinare il tracciato ottimale.

L'alternativa A è stata individuata come alternativa preferenziale: è stata integrata la restituzione del rilievo cartografico ed eseguita la campagna di indagini geognostiche e di caratterizzazione ambientale.

Sul progetto definitivo sono stati svolti presso il MIT i Controlli della sicurezza stradale ai sensi del D.lgs. 35/2011, che si sono conclusi positivamente in data 10.07.2023.

### **Descrizione del tracciato del Progetto definitivo (Alternativa A)**


Il tracciato ha inizio con una nuova rotatoria, denominata "Rotatoria Bagheria", nei pressi della S.P. 113 "Settentrionale Sicula". La rotatoria sostituisce uno svincolo a raso già esistente che collega la provinciale (S.S. 113) alla S.P. 87 in località Ficarazzi (Palermo).

Tale punto d'inizio è stato scelto giacché compatibile con le possibili direttrici di allaccio (vagliate in fase di redazione del PFTE).

Dalla S.P. 113 il tracciato attraversa una zona morfologicamente pianeggiante, superando la linea ferroviaria Palermo – Messina in viadotto.

In corrispondenza della A19 è previsto il nuovo svincolo della A19. La sua posizione è condizionata a Sud da una morfologia del territorio che va man mano diminuendo di quota e dalla presenza della stessa A19, che viene attraversata in galleria artificiale. Si è optato quindi per interconnettersi alla A19 nella zona in sponda destra dell'Eleuterio, per consentire:

- un miglior tracciato planimetrico;

S.S.121 "Catanese"		
Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

- minori interferenze con fabbricati e in generale con zone antropizzate.

Di seguito, il tracciato attraversa l'unico vincolo idraulico importante presente nell'area, ovvero il fiume Eleuterio. Quest'ultimo viene superato mediante l'inserimento di un viadotto.

Successivamente, il tracciato si sviluppa in galleria, superando una zona di morfologicamente mossa, con presenza di fabbricati e una convergenza di diverse viabilità locali.

Tra Galleria Cannita e la località di Misilmeri, il tracciato si sviluppa con una sequenza di gallerie artificiali e viadotti, seguendo l'unico possibile corridoio che minimizza lo sviluppo delle opere e riduce le interferenze con il diffuso tessuto abitativo presente, oltre a rispettare i vincoli di carattere idraulico e morfologico.

Lo svincolo di Misilmeri Nord sarà realizzato in corrispondenza della S.P. 121 con l'inserimento di una nuova rotatoria. L'allaccio sulla S.S. 121 avverrà in prossimità dello svincolo esistente tra S.S. 121 e S.P. 76, consentendo quindi un efficace interscambio tra queste tre infrastrutture viarie.

Lo svincolo di Misilmeri – non presente nel PFTE - assolve anche all'importante funzione di riconnessione con la S.S. 121 che, nella direzione da/verso Palermo contribuisce con un significativo volume di traffico.

Dopo lo svincolo di Misilmeri il tracciato attraversa un breve tratto pianeggiante per poi proseguire in viadotto superando l'Eleuterio, fino allo svincolo di Misilmeri Sud.

Il successivo tratto si sviluppa in un'area morfologicamente meno complessa e priva di zone residenziali, anche in virtù del fatto che il tracciato è parzialmente in galleria naturale. Successivamente il tracciato supera l'area in viadotto. Questo tratto è caratterizzato da una morfologia più complessa che ha richiesto la previsione di un cospicuo numero di opere d'arte.

Proseguendo verso sud, l'alternativa A si sviluppa più a nord rispetto a quella dello studio in PFTE e attraversa il territorio in galleria.

L'ultimo tratto presenta solo un viadotto prima della interconnessione di fine lotto.

L'alternativa presenta una soluzione di allaccio finale che recupera l'allineamento presentato nel PFTE del 2019, mantenendo quindi un andamento di variante. Il collegamento con la SS121 esistente avviene in corrispondenza del nuovo svincolo di Bolognetta Sud.


I risultati dello Studio Trasportistico, per quanto concerne la verifica di funzionalità dell'alternativa di tracciato evidenziano come l'alternativa di progetto soddisfi l'esigenza di mobilità del collegamento al 2027, anno ipotizzato di entrata in esercizio dell'infrastruttura. Si evidenzia un Livello di Servizio corrispondente o migliore a quanto richiesto dalla normativa vigente sia nelle tratte realizzate a sezione Tipo C che in quelle realizzate a sezione Tipo B.

La presenza della tratta di progetto determina anche un significativo miglioramento del Livello di Servizio della SS121 nella tratta sottesa, con valori significativamente migliori sia come velocità medie di percorrenza che come percentuale di tempo speso in coda che restituiscono un Livello di Servizio C come richiesto dalle norme.

Progetto– Anno 2027	Classificazione tratta	Direzione	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Veicoli Ora Punta Totali	Velocità media viaggio (Km/h)	Percentuale tempo in coda	Densità Veicolare	Livello di Servizio
SS113 - Svincolo A19	Tipo C	Bidirezionale	11.190	86	817	73,3	64,0		<b>C</b>
Svincolo A19 - Svincolo Misilmeri Nord	Tipo B	Nord	8.610	255	670			4,0	<b>A</b>
		Sud	5.160	145	400			2,4	<b>A</b>
Svincolo Misilmeri Nord - Svincolo Misilmeri Sud	Tipo B	Nord	8.275	259	645			3,9	<b>A</b>
		Sud	5.465	144	420			2,5	<b>A</b>
Svincolo Misilmeri Sud - Svincolo Bolognetta Nord	Tipo B	Nord	8.370	160	630			3,8	<b>A</b>
		Sud	7.390	290	590			3,6	<b>A</b>
Svincolo Bolognetta Nord - Fine intervento	Tipo C	Bidirezionale	5.900	225	470	75,7	53,7		<b>C</b>

Nei successivi capitoli è descritta la metodologia e le analisi modellistiche effettuate nell'ambito dello studio trasportistico, descrivendo:

- La ricostruzione della domanda di mobilità e dell'offerta di trasporto attuale dell'area di studio;
- La calibrazione del modello alla situazione attuale;
- Gli indicatori di area ed i Livelli di servizio dell'attuale SS121 nella tratta di progetto – Scenario Attuale;
- Gli scenari futuri di domanda – crescita della mobilità dell'area;
- Gli indicatori di area ed i Livelli di servizio dell'attuale SS121 agli orizzonti futuri – Scenario di Riferimento;
- La ricostruzione della domanda di mobilità e dell'offerta di trasporto di progetto dell'area di studio – Scenari di Progetto;
- I Livelli di servizio nelle tratte di progetto e l'impatto sulla viabilità esistente – Scenari di Progetto.

S.S.121 "Catanese"		
Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

## 2 La ricostruzione della domanda di mobilità e dell'offerta di trasporto attuale dell'area di studio

Una delle prime attività connesse alla definizione dell'entità della domanda di trasporto interessata all'uso dell'asse di progetto, consiste nell'individuazione dell'area entro cui si propagano tutti gli effetti conseguenti all'intervento stesso.

L'entità degli effetti diminuisce progressivamente con la distanza e, quindi, potrà essere definita un'area (detta Area di Studio) in cui viene realizzato l'intervento ed al cui interno si risentono in misura maggiore le sue conseguenze.

L'area entro cui, invece, si propagano, in qualche misura, gli effetti, viene definita come Area di Piano e costituisce quella parte del territorio regionale che si trova al di fuori dell'Area di Studio, della quale interessano esclusivamente le interconnessioni con il sistema di progetto ed in particolare il traffico di scambio e di attraversamento dell'area di studio.

Al fine di definire il modello interpretativo della domanda di trasporto è necessario dunque individuare delle zone di traffico, di dimensione opportuna, attraverso la "suddivisione" del territorio costituente l'Area di Studio e di Piano.

Le zone di traffico, infatti, rappresentano l'unità elementare in cui viene "discretizzato" il territorio e, conseguentemente, l'aumento del loro numero comporta un incremento del livello di complessità delle analisi da effettuare; d'altro canto, un numero limitato di zone limita il livello di precisione dei risultati che possono essere ottenuti.

Nella scelta della dimensione e della forma delle zone di traffico sono, normalmente, considerati i seguenti fattori essenziali:

- definizione dei confini amministrativi (ad es. confini provinciali, confini comunali, sezioni censuarie, ecc.);
- limiti fisici naturali quali fiumi, laghi catene montuose e limiti fisici antropici quali linee ferroviarie;
- possibilità di rendere trascurabile l'uso della rete e dei servizi da parte degli spostamenti interni alle zone stesse (minimizzazione degli spostamenti intrazonali).

A ciascuna zona di traffico corrisponderà un unico polo (centroide) del grafo, nel quale si considerano concentrati tutti i terminali degli spostamenti aventi origine o destinazione all'interno della zona stessa.

Gli elementi di partenza per la suddivisione del territorio dell'area di Piano e di Studio in zone di traffico sono gli stessi adottati per la suddivisione dell'intero territorio nazionale all'interno del modello trasportistico DSS in uso a partire dal 2004 in Anas SpA, presso la Direzione Centrale Progettazione, ed ora a seguito della riorganizzazione aziendale presso la Direzione Tecnica. L'implementazione della zonizzazione del modello nazionale si è basata su quattro criteri fondamentali:

- la minimizzazione degli spostamenti esterni tra le zone;
- il rispetto dei confini amministrativi provinciali;



- la struttura della rete stradale all'interno di ogni singola zona.

Tali criteri hanno portato all'aggregazione di zone elementari contigue ma con funzioni diverse per quanto riguarda le attività. Le zone così definite risultano essere autosufficienti e tali da soddisfare gran parte della mobilità generata. Si riducono così gli spostamenti esterni di breve percorrenza e, quindi, l'errore, relativamente agli aspetti statistici del modello.

Questa zonizzazione, di livello sub-provinciale, consente di rappresentare i fenomeni di mobilità su relazioni medio lunghe, quindi a carattere nazionale - regionale, non consentendo di percepire i fenomeni locali interni ai Comuni o relativi a spostamenti di breve lunghezza sul territorio.


La zonizzazione nazionale finale ottenuta è caratterizzata da 1.206 zone di traffico di cui 1.183 zone interne al territorio nazionale e 23 esterne.

Nei paragrafi successivi sono riportati i risultati dell'attività svolta in relazione alla definizione della zonizzazione di traffico relativa all'Area di Piano e di Studio.

## 2.1 ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI PIANO

La zonizzazione di Piano utilizzata nel presente studio è relativa a zone omogenee di traffico inerenti la Regione Sicilia, di livello provinciale, nella quale i singoli capoluoghi costituiscono singole zone di traffico ed i restanti comuni sono raggruppati in zone che suddividono il territorio rimanente di ciascuna provincia. La zonizzazione ricalca quella su base nazionale descritta precedentemente, ed è caratterizzata da 91 zone di traffico in cui sono stati raggruppati 390 Comuni circa, con una zonizzazione di circa quattro Comuni per Zona di traffico.



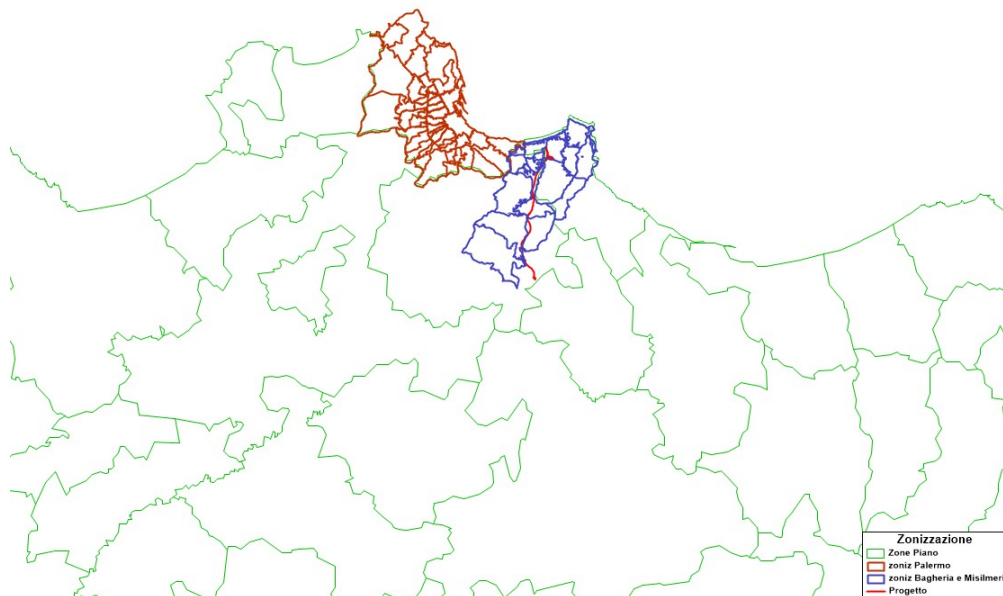
S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	


## 2.2 ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

L'Area di Studio è costituita da parte della provincia di Palermo nella fascia strettamente connessa all'intervento. Per poter stimare attraverso il modello di traffico la dinamica di tutti gli spostamenti nel territorio di studio, la zonizzazione è stata effettuata su base praticamente comunale, ovvero ogni Comune è una singola zona di traffico ad eccezione di: Altavilla Milicia e Casteldaccia (una zona); Baucina, Ventimiglia di Sicilia e Ciminna (una zona); Villafrati e Cefalà Diana (una zona). Per i Comuni di Palermo, Misilmeri e Bagheria, la zonizzazione si spinge a livello sub-comunale, per meglio riprodurre la mobilità locale e soprattutto per meglio definire l'origine e/o la destinazione degli spostamenti nel territorio comunale, polo principale attrattore e generatore di traffico e fondamentale per la ricostruzione dei percorsi della domanda di mobilità lungo l'asse di studio.

In definitiva sono state identificate 75 zone di traffico, scaturite da quattro zone precedenti dell'Area di Piano:

- 12 zone che costituiscono l'Area di Studio, escludendo le zone che fanno parte dei Comuni di Palermo, Misilmeri e Bagheria;
- 44 zone di traffico omogenee per il comune di Palermo, ottenute per aggregazione di sezioni di censimento ed interne all'Area di studio;
- 19 zone di traffico omogenee per i Comuni di Misilmeri e Bagheria, ottenute per aggregazione di sezioni di censimento ed interne all'Area di studio.



S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

### 3 DEFINIZIONE DELLA RETE DI TRASPORTO STRADALE

Coerentemente con la zonizzazione adottata, la schematizzazione del sistema della mobilità stradale è stata effettuata a scala ridotta all'interno dell'area di Studio (spingendosi anche ad un dettaglio di rete di livello comunale per i Comuni di Palermo, Misilmeri e Bagheria), inserendola comunque in un contesto regionale.

Nella sostanza la rappresentazione della rete stradale considerata per le valutazioni di carattere trasportistico comprende una rete di interesse regionale ed una rete di interesse locale per la quale aumenta il livello di dettaglio con l'avvicinarsi all'area in cui è collocata l'infrastruttura di progetto.

L'offerta di trasporto stradale utilizzata negli scenari di simulazione è caratterizzata quindi da una rete a scala regionale e una di dettaglio locale.

La rete stradale su scala regionale comprende l'offerta di trasporto stradale di tipo Autostradale, Statale e buona parte di quella di tipo Provinciale per i collegamenti ad assi di interesse nazionale, per un totale di circa 7.100 km di rete.

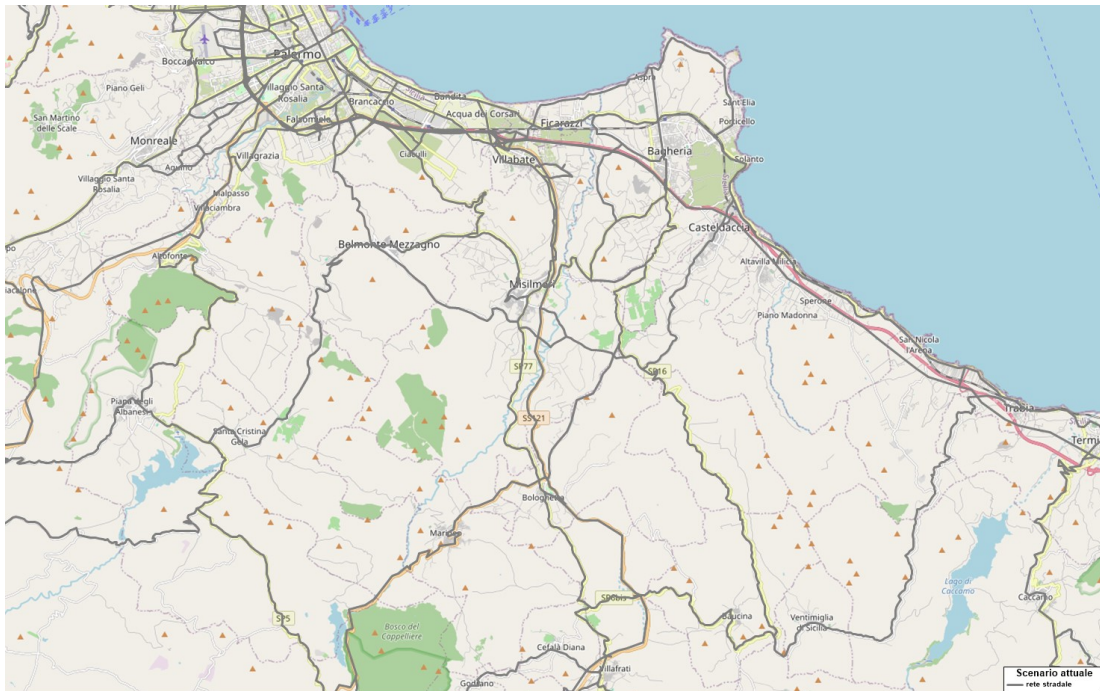
La rete di interesse locale schematizzata nel grafo comprende due diversi livelli di dettaglio: il primo relativo alle strade principali che definiscono l'offerta di trasporto dell'Area di Studio, il secondo relativo alle principali strade dell'area urbana di Palermo, Misilmeri e Bagheria, pari a circa 455 km.

Per analizzare correttamente le prestazioni dell'asse di progetto è stato necessario rappresentare con un maggior dettaglio l'offerta strettamente influenzata dal progetto, di conseguenza la rete è stata infittita nell'Area di Studio.

Il grafo complessivo che schematizza la rete di trasporto stradale di riferimento è costituito da:

- circa 900 nodi rappresentativi di intersezioni;
- circa 1.363 archi rappresentativi di tratti omogenei delle infrastrutture stradali;
- 143 nodi rappresentativi di centroidi;
- 176 connettori (archi fittizi che servono ad agganciare la rete, che rappresenta l'offerta di trasporto, alle zone di traffico) dei centroidi.

Nella figura seguente sono rappresentate le infrastrutture stradali facenti parti del grafo della rete di trasporto nell' Area di Studio ed aree limitrofe alla stessa.



La rappresentazione schematica dell'offerta di trasporto mediante il disegno di un grafo rappresentativo delle caratteristiche geometriche e funzionali della rete stradale ha comportato per ciascun arco definire:

- una serie di caratteristiche fisiche e funzionali quali, ad esempio:
  - la lunghezza;
  - la direzione dei flussi;
  - il numero delle corsie, distinto per senso di marcia;
  - la classe funzionale della strada;
  - la capacità distinta per senso di marcia espressa in veicoli/ora;
- la velocità a flusso nullo espressa in km/h;
- le caratteristiche funzionali specifiche necessarie per descrivere il reale comportamento del sistema, cioè la "funzionalità" degli archi al variare del flusso attraverso opportune funzioni di ritardo (funzioni di deflusso).

Le funzioni di deflusso considerate nello studio per l'utilizzo sul modello di simulazione hanno tenuto conto della complessità della rete stradale di riferimento in relazione alla contemporanea presenza di infrastrutture a carattere prettamente urbano con altre di tipologia extraurbana ed autostradale.

La funzione di deflusso viene attribuita a ciascun arco della rete attraverso la seguente forma:

$$t=t(q, n, C, \alpha, \beta, l)$$

Le variabili della funzione dipendono dalla collocazione dell'infrastruttura (strada urbana o extraurbana, principale o secondaria), dalle caratteristiche geometrico-funzionali (intersezioni con strade secondarie non inserite nel grafo, larghezza della carreggiata, tortuosità, pendenza, ecc.).

E' prassi comune ricorrere ad una semplificazione del problema procedendo alla definizione di categorie di infrastrutture stradali, caratterizzate ciascuna da una singola curva di deflusso che rappresenti le condizioni medie di categoria.

La suddivisione in categorie è stata trattata nell'ambito di due gruppi principali: le infrastrutture urbane e quelle extraurbane.

In entrambi i casi si è utilizzata una funzione del tipo BPR1, 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  $n \cdot C$  dell'arco stesso ( $n$  rappresenta il numero di corsie per senso di marcia,  $C$  la capacità per corsia) e da due parametri  $\alpha$  e  $\beta$  che sottintendono un insieme di fattori funzionali dell'arco (caratteristiche geometriche, condizioni d'uso, presenza di sosta, ecc.).

L'attribuzione della curva di deflusso agli assi stradali ricopre un ruolo fondamentale nella caratterizzazione dell'offerta di trasporto che si sta simulando. La variazione dei tempi di percorrenza degli archi in funzione del traffico simulato sull'infrastruttura incide sul costo dello spostamento determinando, se si utilizza un modello di assegnazione all'equilibrio, la scelta del percorso di ogni singolo utente in funzione della scelta contemporanea degli altri utenti, con l'obiettivo di minimizzare il costo generalizzato del trasporto.

Nella tabella 4 si riportano i valori adottati, per ciascuna tipologia di arco della rete, di: velocità a flusso libero, la capacità, il parametro alpha ed il parametro beta; mentre le tabelle 5 e 6 restituiscono i coefficienti di riduzione della velocità relativi ai valori assunti dai parametri di pendenza e tortuosità associati ad ogni arco del grafo.

<sup>1</sup> Bureau of Public Roads, Traffic Assignment Manual, U.S. Dept. of Commerce, Urban Planning Division, Washington D.C., 1964.

Definizione	Codice	V0 auto	V0 merci	C0	BETA	ALPHA
Autostrade	0E	130,00	90,00	1900	12,00	1
	0U	120,00	70,00	1900	12,00	1
Svincolo	10E	40,00	25,00	1100	3,00	1
	10U	30,00	25,00	1100	3,00	1
Autostrade/Superstrade	1E	110,00	70,00	1900	12,00	1
	1U	100,00	60,00	1900	12,00	1
Strade a scorrimento veloce	2E	90,00	63,00	1625	5,00	1
	2U	80,00	56,00	1625	5,00	1
Strade statali (IV)	3E	70,00	49,00	1500	4,50	1
	3U	50,00	35,00	1500	4,50	1
Strade statali (V)	4E	60,00	42,00	1500	3,00	1
	4U	50,00	35,00	1500	3,00	1
Strade provinciali	5E	55,00	38,50	1500	3,50	1
	5U	45,00	31,50	1500	3,50	1
Strade urbane	7U	40,00	28,00	1125	2,50	1

*Valori di velocità a flusso libero, capacità, parametro alpha e parametro beta utilizzati*

<b>Parametro di Tortuosità</b>	0	0,5	2,5	3	5	9
<b>Coefficiente</b>	1	0,98	0,9	0,85	0,82	0,8
<b>Parametro di Pendenza</b>	0,0	0,5	2,5	3,0	3,5	
<b>Coefficiente</b>	1,00	0,97	0,85	0,82	0,80	

*Valori dei parametri di pendenza e tortuosità utilizzati per le auto*

<b>Parametro di Tortuosità</b>	0	0,5	2,5	3	5	9
<b>Coefficiente</b>	1	0,96	0,88	0,83	0,80	0,78
<b>Parametro di Pendenza</b>	0,0	0,5	2,5	3,0	3,5	
<b>Coefficiente</b>	1,00	0,95	0,80	0,75	0,70	

*Valori dei parametri di pendenza e tortuosità utilizzati per i veicoli merci*

#### 4 La calibrazione del modello alla situazione attuale

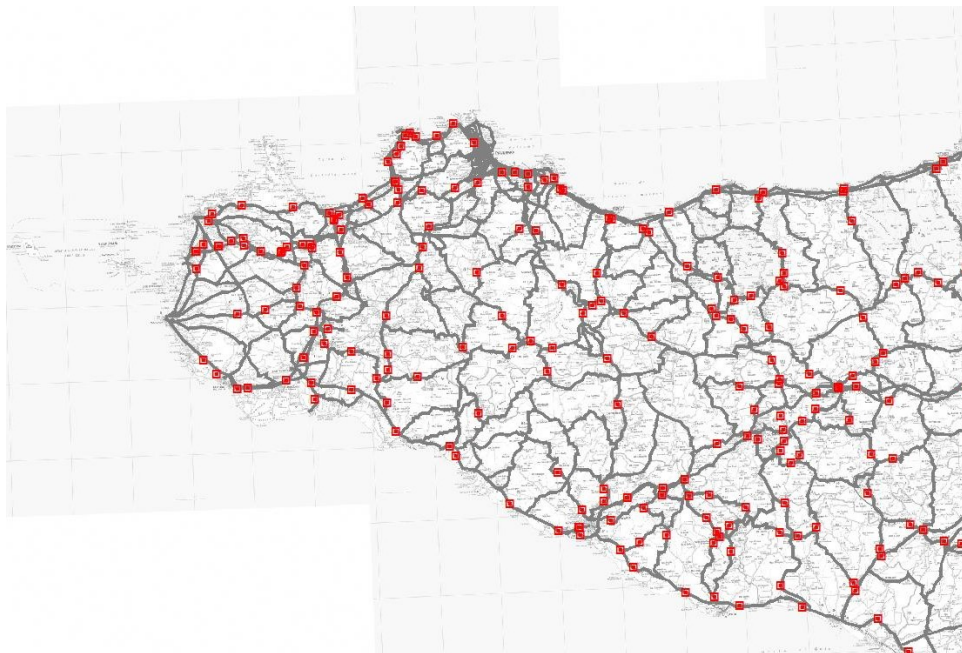
Una volta definita ed implementata la domanda e l'offerta di trasporto nell'area di Studio e di Piano è necessario "calibrare" il modello, ovvero far sì che quest'ultimo riproduca in assegnazione i traffici effettivamente presenti all'attualità sulle infrastrutture stradali monitorate.

Finalità dell'attività è la calibrazione della matrice Origine Destinazione (O/D) degli spostamenti passeggeri e merci del giorno ferialo medio, con specifico riferimento all'area di studio e di piano.

A tale scopo si sono utilizzati i rilievi permanenti del traffico di Anas SpA sull'intera regione Sicilia, aggiornati all'anno 2022. I rilievi permettono di ottenere:


- il Traffico Giornaliero Medio Annuo sulle infrastrutture monitorate;
- la composizione del traffico diversificata tra veicoli Leggeri (passeggeri) e pesanti (merci);
- l'andamento medio orario dei flussi, con particolare attenzione ai valori dell'ora di punta necessari alle verifiche di funzionalità degli assi;
- l'effetto della stagionalità sull'andamento dei traffici.

La figura seguente evidenzia il posizionamento delle sezioni di monitoraggio permanente del traffico nella Regione Sicilia.



La domanda di traffico di partenza adottata nel presente studio è la matrice giornaliera in uso presso ANAS, calibrata annualmente in base ai rilievi permanenti di traffico e ripartita tra domanda passeggeri (veicoli Leggeri) e domanda merci (veicoli pesanti).

Nel presente studio dalle matrici giornaliera ANAS precedentemente descritte è stata estratta la componente di mobilità interna alla regione Sicilia e di scambio tra la Sicilia ed il resto del territorio

S.S.121 "Cataneese"		
Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione trasportistica	

nazionale. Successivamente, la quota di domanda interna all'area di Studio è stata disaggregata in funzione della zonizzazione di dettaglio dell'area di Studio stessa come descritta nel capitolo precedente.

Una volta costruite le matrici dell'area di studio si è proceduto ad una calibrazione<sup>2</sup> attraverso i dati relativi ai conteggi di traffico, ottenendo così le matrici degli spostamenti dei veicoli passeggeri e merci all'attualità per il giorno medio annuo. Nella procedura di calibrazione adottata si sono bloccate le matrici iniziali, passeggeri e merci, imponendo su ogni O/D uno scostamento massimo del 20% dei flussi assegnati, in modo da evitare eccessive variazioni delle relazioni ottenute dalle indagini.

Il modello di simulazione, con la rappresentazione di offerta stradale modellizzata, e con la descrizione della domanda di traffico di autovetture e veicoli pesanti ottenuta a partire dai dati precedentemente descritti, è stato verificato mettendo a confronto i valori dei volumi di traffico simulati ed i volumi rilevati sulla rete di trasporto stradale dell'area di studio.

Le figure seguenti danno una visualizzazione grafica dello scarto tra i due tipi di dato.

Il risultato evidenzia una certa aderenza di comportamento tra la modellistica di simulazione e la realtà rilevata, sia per la componente dei veicoli leggeri che per quella dei veicoli pesanti, sia in termini di allineamento dei dati simulati a quelli rilevati (buona approssimazione alla retta  $y=x$ ), sia per un buon indice di dispersione degli stessi ( $R^2 \approx 1$ ).

In definitiva la matrice O/D attuale corretta viene considerata come riferimento per le previsioni della domanda futura e per l'assegnazione alla rete attuale con lo scopo di valutare le prestazioni attuali della rete.

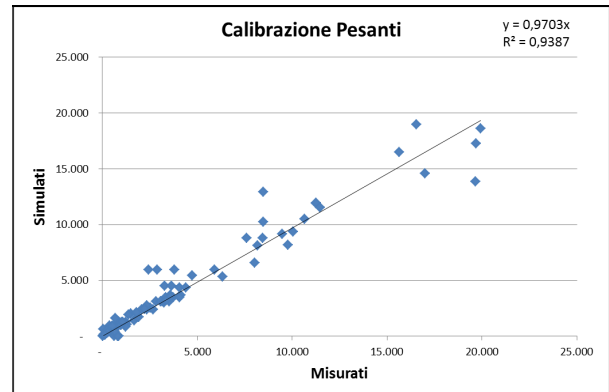
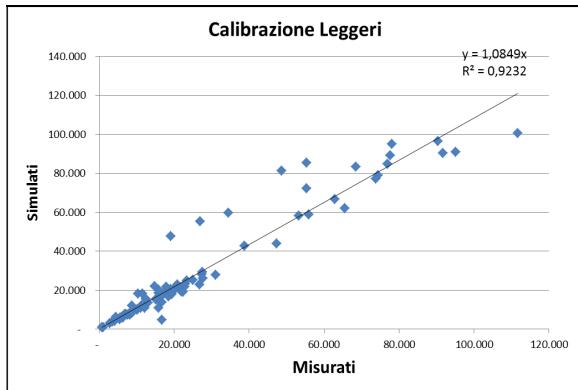
---

<sup>2</sup> La correzione delle matrici di domanda è stata eseguita secondo la *procedura di Nielsen*, inclusa nel modello di assegnazione Transcad. La procedura opera modificando l'entità degli spostamenti (veicoli) tra coppie o/d con l'obiettivo di minimizzare gli scarti tra flussi assegnati e conteggi in corrispondenza delle sezioni monitorate: le relazioni OD più significative in termini di flusso sull'arco monitorato subiranno le modifiche maggiori.

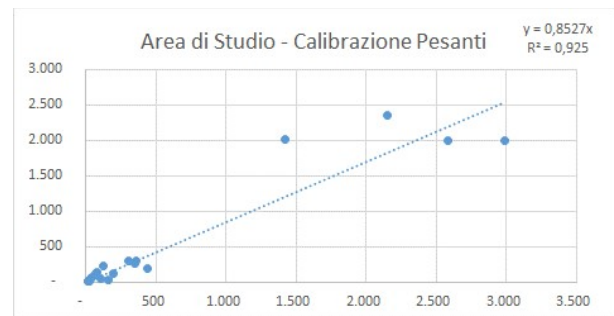
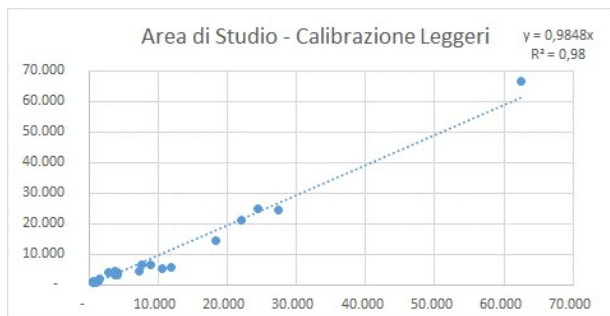
In particolare, l'algoritmo è così strutturato:


- step 0: assegnazione della matrice iniziale;
- step 1: confronto tra i flussi prodotti dall'assegnazione della matrice iniziale (sugli archi monitorati) e i conteggi di traffico e calcolo delle differenze tra i valori confrontati;
- step 2: riconoscimento delle O/D, ossia redistribuzione delle differenze (step 1) in funzione del potere attrattivo e generativo delle zone di traffico. L'informazione sull'arco i-esimo appartenente al percorso j-esimo che collega la generica coppia OD produce una nuova matrice "incrementale"  $\Delta$ ;
- step 3: aggiornamento della matrice di domanda (somma algebrica tra la matrice D alla k-esima iterazione e la matrice  $\Delta$  ottenuta allo step precedente):  $D_{k+1} = D_k + \Delta$ ;
- step 4: assegnazione della nuova matrice O/D ( $D_{k+1}$ );
- Step 5: aggiornamento del contatore:  $I_{k+1} = I_k + 1$
- Step 6: verifica della convergenza della procedura. E' possibile definire due criteri per la convergenza della procedura:
  - il primo è relativo al numero massimo di iterazioni che devono essere effettuate;
  - il secondo prevede l'impostazione del valore di convergenza (sul tempo globale di spostamento della rete) che deve essere raggiunto. Quando la massima differenza assoluta fra i tempi globali di spostamento di due iterazioni successive risulta minore di tale valore, la convergenza è raggiunta e la procedura di assegnazione si arresta.
- Step 7: se la convergenza non è raggiunta, la procedura ritorna allo Step 1.





Nell'ambito dell'area di studio, considerando il confronto tra dato misurato e simulato per le sole sezioni di rilievo che ricadono nell'area di stretta pertinenza dell'intervento progettuale, i coefficienti di correlazione sono ancora migliori, dimostrando come la suddivisione del territorio in zone di traffico più dettagliate consente di simulare in modo più preciso la mobilità dell'area e conseguentemente di stimare con maggior precisione l'impatto dell'asse di progetto sul territorio.



S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

## 5 Gli indicatori di area ed i Livelli di servizio dell'attuale SS121 nella tratta di progetto – 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.

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.

Il tipo di assegnazione è ad equilibrio stocastico dell'utenza (SUE), in modo da tenere conto dei vincoli di capacità degli archi appartenenti alla rete funzione delle caratteristiche funzionali e geometriche degli stessi.

Il modello di assegnazione utilizzato è un modello multimodale, che assegna alla rete tutte le diverse categorie di veicolo che caratterizzano la domanda di trasporto.

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, desunti dalle "Linee guida operative per la valutazione delle opere pubbliche – settore stradale" del 9 settembre 2022, sono i seguenti:

- Costi operativi del trasporto – sono differenziati per classe veicolare e per tipologia di infrastruttura stradale percorsa secondo la tabella seguente

Gruppo	Indice	Variabile/Parametro - Costo/Beneficio	Unità	Anno
Costi operativi medi	O1	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (autostrada)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	0,31
	O2	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (extraurbana principale)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	0,30
	O3	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (extraurbana secondaria)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	0,30
	O4	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (urbana ad alto scorrimento)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	0,32
	O5	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (altre urbane)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	0,34
	O6	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (autostrada)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	1,40
	O7	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (extraurbana principale)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	1,47
	O8	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (extraurbana secondaria)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	1,47
	O9	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (urbana ad alto scorrimento)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	1,62
	O10	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (altre urbane)	Euro <sub>2019</sub> /veicoli*chilometro	1,76

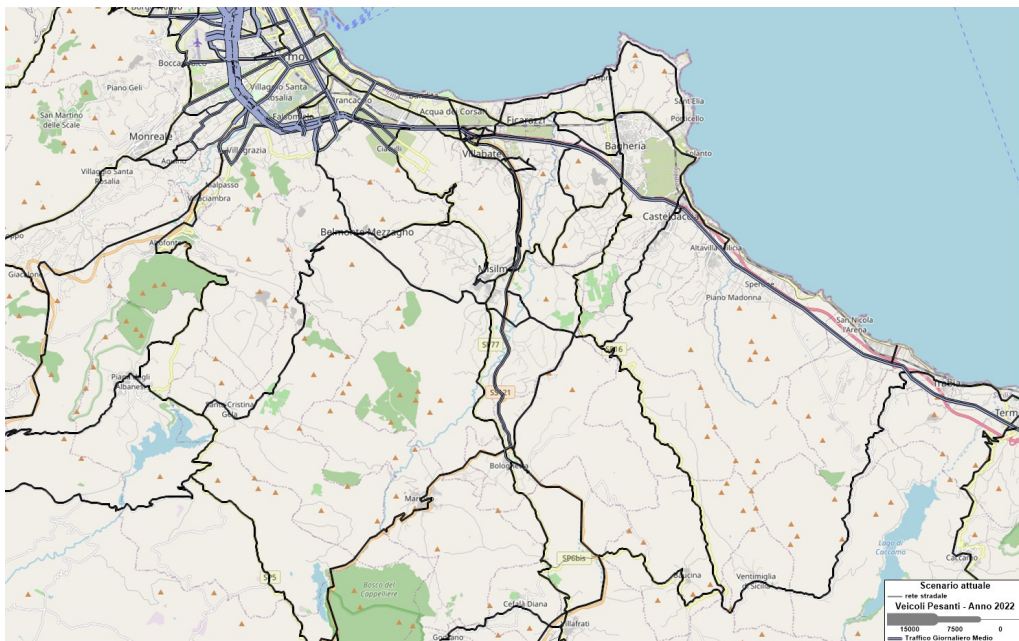
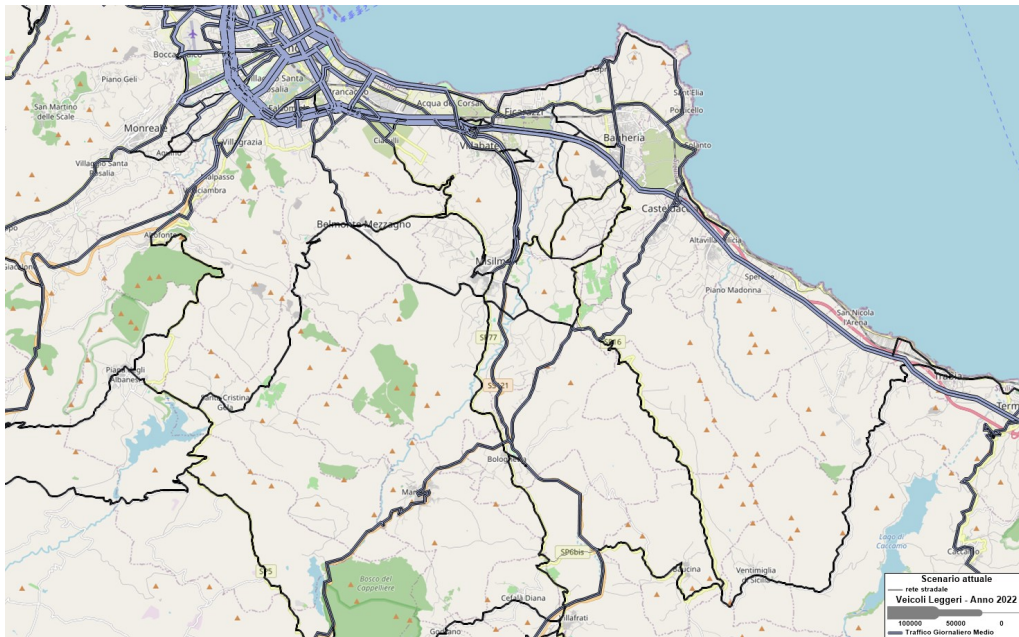
Tabella 1. Costi parametrici operativi per classe funzionale e classe veicolare (Fonte: Linee guida operative per la valutazione delle opere pubbliche – Settore stradale, 2022)

- valori monetari del tempo (VOT) – sono differenziati per classe veicolare e per motivo dello spostamento per la componente veicoli passeggeri. Nella tabella seguente è mostrato il valore medio del tempo utilizzato per tutte le componenti di domanda di area

Gruppo	Indice	Variabile/Parametro - Costo/Beneficio	Unità	Anno
Valori monetari del tempo	VT1	Valore medio del tempo passeggeri su rete stradale	Euro <sub>2019</sub> /passeggero*ora	12,04
	VT2	Valore medio del tempo merci su rete stradale	Euro <sub>2019</sub> /tonnellata*ora	2,25
	VT3	Valore medio del tempo di condotta merci su rete stradale	Euro <sub>2019</sub> /veicolo*ora	23,45

Tabella 2. Valori monetari per la quantificazione del beneficio trasportistico (Fonte: Linee guida operative per la valutazione delle opere pubbliche – Settore stradale, 2022)


Le immagini seguenti evidenziano i flussi di veicoli leggeri e pesanti sull'intera rete di trasporto stradale simulata nella situazione attuale nell'area di studio in funzione dei risultati della calibrazione esposti precedentemente e dei parametri assunti alla base del modello di assegnazione adottato.



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 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

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

congestione (veicoli\*h).

La tabella seguente evidenzia le percorrenze ed il tempo speso in rete complessivo giornaliero nella situazione attuale nell'area di studio, su cui si esauriscono gli effetti del progetto sulla mobilità.

Scenario Attuale – Anno 2022 – Indicatori di area giornalieri	
Leggeri Veicoli*Km	1.236.070
Leggeri Veicoli*h	22.408
Pesanti Veicoli*Km	47.728
Pesanti Veicoli*h	911
Velocità Leggeri (Km/h)	55,16
Velocità Pesanti (Km/h)	52,39

Ulteriore elemento di valutazione determinato dalla simulazione della situazione attuale è la verifica di funzionalità delle infrastrutture stradali attraverso l'analisi del Livelli di Servizio. Nello specifico l'analisi è stata svolta per la SS121 oggetto dello studio al fine di verificarne le criticità attuali e verificare l'impatto futuro sull'infrastruttura delle alternative di progetto che si stanno analizzando.

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 cui è assimilabile la SS121 attuale nella tratta dall'innesto con la A19 a Villabate fino allo svincolo di Bolognetta.

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:

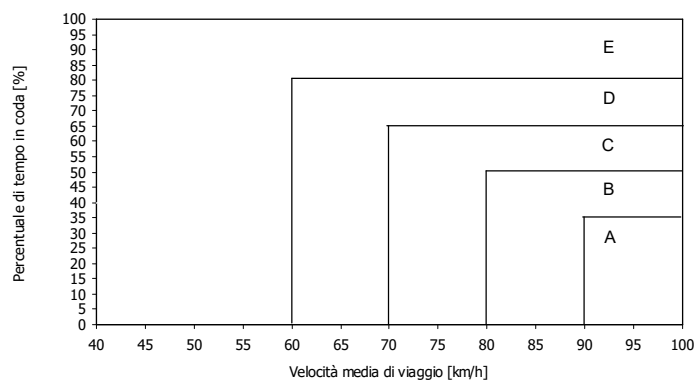
- Velocità di servizio;
- Percentuale di tempo in accodamento.

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.



I risultati, relativi all'ora di punta della mattina, quella con il maggiore carico veicolare e con una incidenza del traffico del 7,1% per la componente dei veicoli leggeri e del 7,0% per la componente dei veicoli pesanti rispetto al Traffico Medio Giornaliero, evidenziano:

- fenomeni di forte saturazione nella tratta più carica tra l'innesto con la A19 e Misilmeri, con frequenti accodamenti e fenomeni di "stop and go" del traffico, rappresentati da un Livello di Servizio "E";
- fenomeni di saturazione nella tratta tra Misilmeri e Bolognetta, con accodamenti, fenomeni di "stop and go" del traffico e creazione di "plotoni" di veicoli in transito, rappresentati da un Livello di Servizio "D", anche se con un valore di percentuale di tempo in coda al limite del LdS C ammesso dalle norme

evidenziando uno stato della mobilità dell'infrastruttura critico nelle ore di punta.

TRATTA – Anno 2022	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Veicoli Ora Punta Totali	Velocità media viaggio (Km/h)	Percentuale tempo in coda	Livello di Servizio
A19 Villabate - Misilmeri	15.110	360	1.155	66,5	80,6	<b>E</b>
Misilmeri - Bolognetta	9.725	273	752	70,6	65,3	<b>D</b>

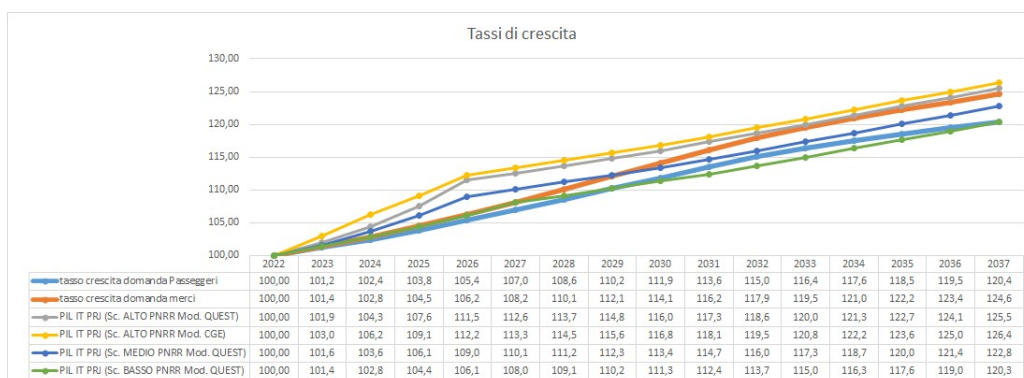
## 6 Gli scenari futuri di domanda – crescita della mobilità dell'area

Al fine di valutare l'entità dei flussi che potranno interessare i territori compresi nell'Area di Studio e di Piano, si sono ricostruiti gli orizzonti temporali futuri di crescita della domanda, ipotizzando che nel 2026 si preveda l'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto.

L'espansione della matrice di domanda ricostruita è stata fatta utilizzando i tassi di crescita della tabella riportata di seguito e sono in linea con quelli ricostruiti ed utilizzati per la Sicilia dalla Direzione Tecnica di Anas SpA. L'evoluzione dei volumi di traffico viene in particolare ricostruita utilizzando un modello econometrico che lega le serie storiche delle variabili macroeconomiche con i volumi di traffico della rete stradale.


Il metodo si basa sulla forte relazione di causa-effetto esistente tra le serie dei dati storici macroeconomici e quelli di traffico, che si ipotizzano legati dalla legge tipica della domanda e dell'offerta dei beni di consumo.

La figura seguente evidenzia l'andamento annuo dei tassi di crescita ipotizzati per le espansioni della domanda passeggeri e merci agli orizzonti futuri: anno 2027 di entrata in esercizio del nuovo asse di progetto ed anno 2037 come orizzonte di medio termine della nuova infrastruttura. Per la crescita della domanda si sono utilizzati i dati stimati dai più recenti documenti di programmazione e previsione di sviluppo economico del paese, mediando i dati tra le proiezioni dei diversi scenari pubblicati.



Si è ipotizzata una crescita complessivamente cautelativa ai differenti orizzonti temporali che prevede:

- Una crescita dal 2022 al 2027 del 7,0% per la componente di domanda passeggeri e del 8,2% per la componente di domanda merci;
- Una crescita dal 2022 al 2037 del 20,4% per la componente di domanda passeggeri e del 24,6% per la componente di domanda merci.

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

## 7 Gli indicatori di area ed i Livelli di servizio dell'attuale SS121 agli orizzonti futuri – Scenario di Riferimento

Come precedentemente accennato 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 di input all'Analisi Costi Benefici.

Nello scenario di Riferimento dal punto di vista infrastrutturale si è comunque ipotizzata una variazione dell'offerta di mobilità sull'area di Piano, non di Studio, che prevede:

- Anno 2027 - L'adeguamento a sezione C1 "Extraurbana secondaria" con tratti in variante ed in sede della SS189 tra Bolognetta ed il confine Provinciale Palermo-Agrigento;
- Anno 2037 -il completamento dell'adeguamento a sezione C1 "Extraurbana secondaria" con tratti in variante ed in sede dell'intero collegamento Palermo – Agrigento.

Entrambi gli interventi, per uniformità di confronto degli indicatori di rete, saranno presenti negli scenari di progetto analizzati. Nello scenario al 2037 sono considerati anche i principali interventi programmati nella regione Sicilia nell'ambito territoriale di studio, come ad esempio la realizzazione della variante di Marineo e l'ammodernamento del collegamento da Marineo a Corleone della SS118.

Le tabelle seguenti mostrano i risultati di area ai due orizzonti temporali analizzati e la verifica dei Livelli di servizio della SS121 nella tratta direttamente interessata al progetto al 2027, anno in cui saranno effettuate le verifiche di funzionalità dell'asse di progetto nelle sue alternative di tracciato.

Scenario di Riferimento - Indicatori di area giornalieri		
Indicatori	Anno 2027	Anno 2037
Leggeri Veicoli*Km	1.350.732	1.488.228
Leggeri Veicoli*h	25.125	28.548
Pesanti Veicoli*Km	51.728	59.469
Pesanti Veicoli*h	1.010	1.190
Velocità Leggeri (Km/h)	53,76	52,13
Velocità Pesanti (Km/h)	51,22	49,98



S.S.121 "Catanese"

Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta



UP62

*Relazione trasportistica*

TRATTA – Anno 2027	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Veicoli Ora Punta Totali	Velocità media viaggio (Km/h)	Percentuale tempo in coda	Livello di Servizio
A19 Villabate - Misilmeri	16.250	390	1.245	65,3	83,4	<b>E</b>
Misilmeri - Bolognetta	10.565	295	820	69,8	67,2	<b>D</b>

I risultati evidenziano il continuo peggioramento della qualità della mobilità nell'area, con crescente saturazione dovuta all'incremento della domanda di trasporto non compensato dal potenziamento delle infrastrutture nel territorio. Anche lungo la SS121 si evidenziano Livelli di Servizio peggiorati al 2027 rispetto alla situazione attuale come indicatori che lo determinano, velocità media di viaggio e percentuale di tempo in coda, pur facendo rimanere il LdS all'interno del range di valutazione complessiva riscontrato nella situazione attuale.

## 8 La ricostruzione della domanda di mobilità e dell'offerta di trasporto di progetto dell'area di studio – Scenario di Progetto

In questo capitolo sono visualizzati gli effetti dell'entrata in esercizio del tracciato di progetto studiato sulla mobilità complessiva dell'area di studio.

La figura seguente mostra l'andamento del tracciato di progetto all'interno del quadro infrastrutturale stradale attuale.



Il tracciato di progetto è così composto:

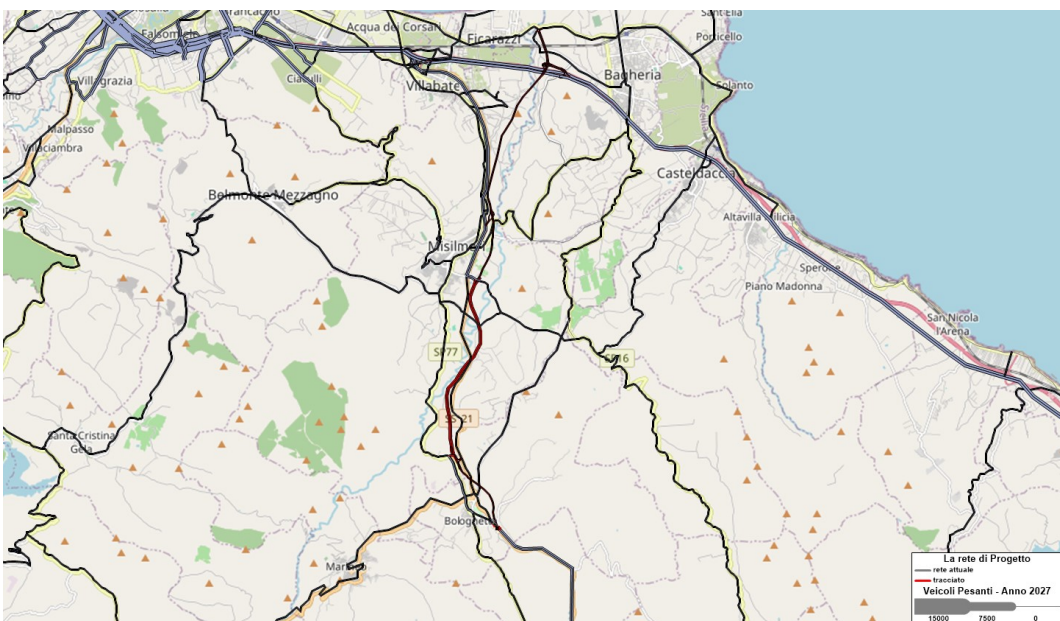
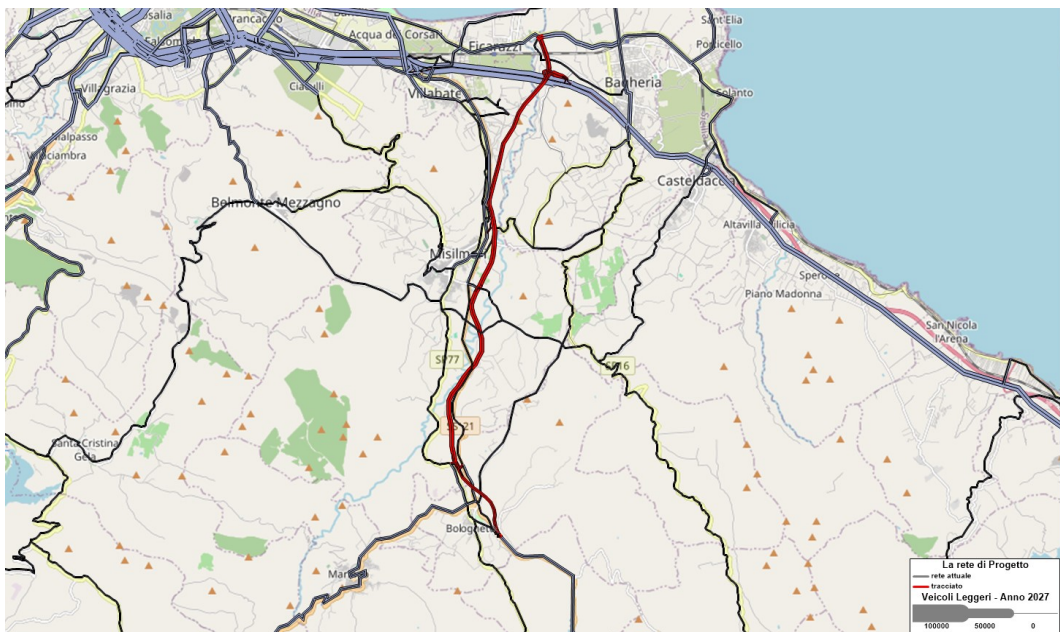
- si innesta a nord poco fuori dell'abitato di Bagheria con una rotatoria lungo la SS113;
- prosegue in variante a sezione C1 extraurbana secondaria fino all'immissione sulla A19 con un nuovo svincolo autostradale;
- prosegue in variante a sezione B extraurbana principale in affiancamento all'attuale SS121 fino al nuovo svincolo di progetto a nord di Bolognetta con la SS12 e la SP77. Nella tratta a sezione extraurbana principale sono previsti due svincoli intermedi di collegamento con la SS12 a nord ed a sud di Misilmeri;
- prosegue in variante a sezione tipo C1 extraurbana secondaria come by pass del centro abitato di Bolognetta fino ad innestarsi in rotatoria sulla SS121 a sud di Bolognetta, terminando dove inizia l'ammodernamento in sede della SS121.


Nelle figure seguenti sono visualizzati i flussogrammi delle assegnazioni dei veicoli leggeri e pesanti

nello scenario di progetto, la variazione della mobilità nell'area di studio per effetto dei nuovi assi stradali di progetto, che determinano una scelta di percorso alternativa, e l'impatto complessivo sulla mobilità dell'area in termini di indicatori di rete (veicoli\*Km e veicoli\*h).

I flussogrammi sono riportati all'anno 2027 di entrata in esercizio, mentre le tabelle con gli indicatori di rete sono riportate sia al 2027 che al 2037, orizzonte di medio termine.

Le figure seguenti mostrano i flussogrammi dell'assegnazione dei veicoli leggeri e pesanti alla rete di progetto al 2027.



S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

Le tabelle seguenti mostrano i risultati di area ai due orizzonti temporali analizzati dello Scenario di progetto.

Scenario di Progetto – Alternativa 1 - Indicatori di area giornalieri		
Indicatori	Anno 2027	Anno 2037
Leggeri Veicoli*Km	1.410.764	1.554.371
Leggeri Veicoli*h	23.017	26.153
Pesanti Veicoli*Km	52.319	60.149
Pesanti Veicoli*h	954	1.124
Velocità Leggeri (Km/h)	61,29	59,43
Velocità Pesanti (Km/h)	54,84	53,52

I risultati evidenziano l'impatto dell'intervento nell'area di studio, con un incremento delle percorrenze complessive di rete (veicoli\*Km leggeri e veicoli\*Km pesanti) del 4,4% per i leggeri e del 1,1% per i pesanti ed una riduzione significativa dei tempi complessivamente spesi in rete (veicoli\*h leggeri e veicoli\*h pesanti) del -8,4% per i leggeri e del -5,5% per i pesanti, con una velocità media di percorrenza di rete che si incrementa di circa 7,5 Km/h per i veicoli leggeri e di circa 3,6 Km/h per i veicoli pesanti al 2027. I risultati al 2037 sono pressoché analoghi.

I risultati evidenziano una maggior capacità attrattiva del sistema SS121 ed asse di progetto nei collegamenti nord sud tra Palermo ed Agrigento, dovuta alle caratteristiche dell'asse di progetto ed al miglioramento complessivo della fluidità dei collegamenti evidenziata dalla riduzione dei tempi di percorrenza e dall'incremento delle velocità medie di rete.

La figura seguente mostra l'effetto "visivo" sull'andamento dei flussi e la scelta dei percorsi tra lo scenario di Riferimento e lo scenario di Progetto. Si evidenzia la riduzione dei traffici sulla SS121 nella tratta sottesa all'intervento in variante, la riduzione dei traffici sulla A19 tra lo svincolo esistente di Bagheria e quello di Progetto, l'incremento dei traffici sulla SS113 da Bagheria allo svincolo di inizio intervento e l'incremento dei traffici anche sulla A19 dallo svincolo autostradale di Progetto fino all'attuale termine della SS121 dovuto alla scelta di utilizzare il nuovo asse di progetto per i collegamenti Nord-Sud al posto della SS121 attuale. Si evidenzia una sensibile riduzione dei traffici sull'attuale svincolo di Bagheria della A19 e sulla tratta urbana di collegamento allo svincolo.

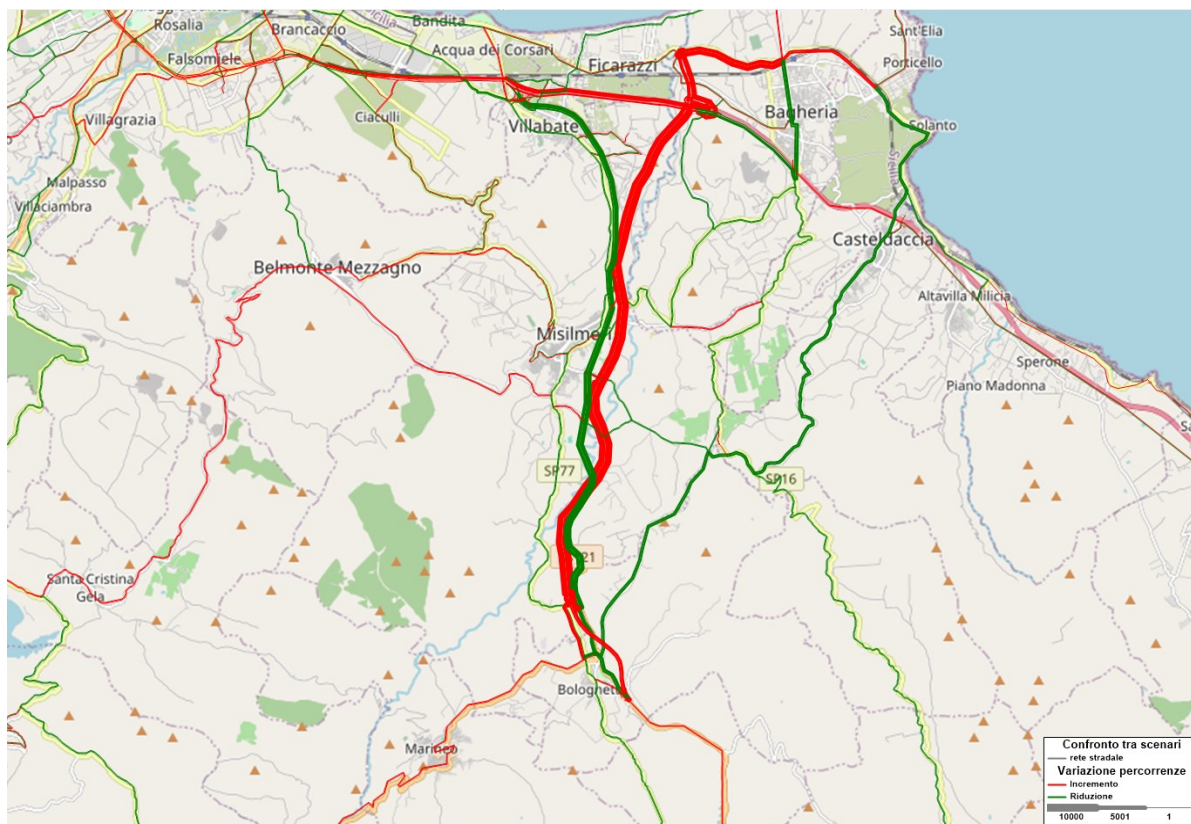
S.S.121 "Catanese"


Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta



UP62

Relazione trasportistica



S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

## 9 I Livelli di Servizio nelle tratte di progetto e l'impatto sulla viabilità esistente – Scenari di Progetto

Ulteriore elemento di valutazione dell'impatto dell'intervento è la verifica di funzionalità delle singole tratte di progetto attraverso l'analisi del Livelli di Servizio.

Anche in questo caso il DM 6792/2001 indica il livello di servizio minimo richiesto pari a C per la sezione Tipo C1 ed un Livello di Servizio B per la sezione Tipo B nelle tratte in cui è progettata l'infrastruttura.

La procedura di calcolo del livello di servizio adottata, seguendo le indicazioni dell'HCM, prevede una analisi globale, considerando entrambe le direzioni di marcia.

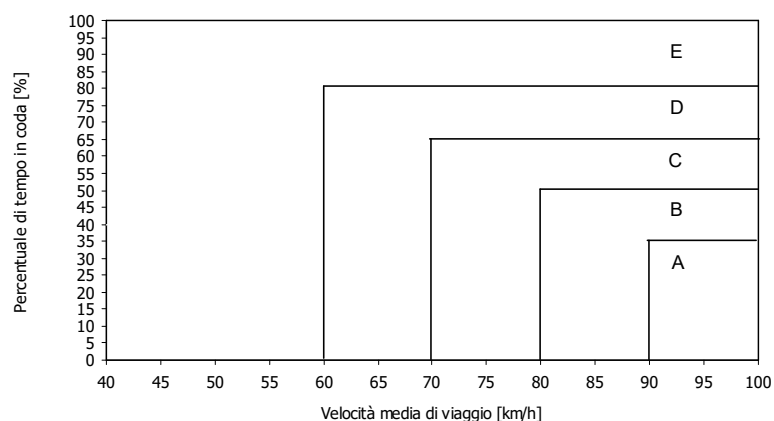
Per la tipologia "extraurbane secondarie" Tipo C la velocità non è l'unica misura della qualità del servizio offerto. Il ritardo in accodamento dovuto al volume di traffico sostenuto dall'infrastruttura ed alla presenza di tratti a sorpasso impedito è una misura rilevante dei livelli di servizio. Per 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.

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



Per la tipologia "extraurbane principali" Tipo B il calcolo dei livelli di servizio è funzione della densità veicolare, espressa in autovetture/Km/corsia, secondo la tabella seguente. Per questo tipo di infrastrutture, la densità prevista secondo normativa (DM 5/11/2001) è pari a B all'entrata in esercizio.

Livello di Servizio	Densità (autovetture/km/corsia)
A	≤ 6
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	La domanda eccede la capacità

Per il calcolo di Livelli di Servizio sull'asse di progetto i risultati fanno riferimento all'ora di punta della mattina, quella con il maggiore carico veicolare, cui è stata attribuita l'incidenza del traffico del 7,1% per la componente dei veicoli leggeri e del 7,0% per la componente dei veicoli pesanti rispetto al Traffico Medio Giornaliero.

Il paragrafo successivo evidenzia i risultati sulle tratte del tracciato progettuale. Le verifiche di funzionalità degli svincoli di progetto sono state effettuate nell'ambito delle verifiche del tracciato stradale, al cui elaborato si rimanda.

L'ultimo paragrafo, a completamento delle analisi trasportistiche, mostra la stima dell'impatto delle alternative:

- sulla SS121 sottesa all'intervento dallo svincolo A19 Villabate a Bolognetta, verificando la variazione dei Livelli di servizio della tratta rispetto allo scenario di riferimento;
- sulla A19 dallo svincolo attuale di Bagheria fino allo svincolo attuale a Villabate della SS121, in questo caso evidenziando i Traffici Giornalieri Medi Anni nello scenario di Riferimento ed in quello di progetto.


### 9.1 SCENARIO DI PROGETTO – TRAFFICI E LIVELLI DI SERVIZIO SULL'ASSE DI PROGETTO

La tabella seguente mostra i Livelli di Servizio attesi sulle diverse tratte che compongono il tracciato di progetto.

Progetto– Anno 2027	Classificazione tratta	Direzione	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Veicoli Ora Punta Totali	Velocità media viaggio (Km/h)	Percentuale tempo in coda	Densità Veicolare	Livello di Servizio
SS113 - Svincolo A19	Tipo C	Bidirezionale	11.190	86	817	73,3	64,0		<b>C</b>
Svincolo A19 - Svincolo Misilmeri Nord	Tipo B	Nord	8.610	255	670			4,0	<b>A</b>
		Sud	5.160	145	400			2,4	<b>A</b>
Svincolo Misilmeri Nord - Svincolo Misilmeri Sud	Tipo B	Nord	8.275	259	645			3,9	<b>A</b>
		Sud	5.465	144	420			2,5	<b>A</b>
Svincolo Misilmeri Sud - Svincolo Bolognetta Nord	Tipo B	Nord	8.370	160	630			3,8	<b>A</b>
		Sud	7.390	290	590			3,6	<b>A</b>
Svincolo Bolognetta Nord - Fine intervento	Tipo C	Bidirezionale	5.900	225	470	75,7	53,7		<b>C</b>

I risultati evidenziano Livelli di Servizio in linea con la normativa sia per le tratte a sezione Tipo C che per quelle a sezione tipo B. La tratta iniziale tra la SS113 e lo svincolo della A19 presenta un Livello di Servizio a norma ma con una percentuale di tempo speso in coda al limite di quanto richiesto (64% rispetto al valore massimo del 65%). È da sottolineare come nel primo tratto l'estesa ridotta e il contesto urbano su cui ricade possa far considerare il Livello di Servizio comunque accettabile. Confrontando i risultati con quelli della SS121 nel tratto sotteso nello scenario di riferimento al 2027 si evidenzia come l'intervento di progetto determini un significativo miglioramento della qualità della circolazione nel collegamento Nord Sud Palermo - Bolognetta.



S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 - Tratto Palermo (A19) - Rotatoria Bolognetta		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione trasportistica</i>	

## 9.2 SCENARIO DI PROGETTO – L'IMPATTO SULLA SS121 – LIVELLI DI SERVIZIO

Le tabelle seguenti mostrano i Livelli di Servizio attesi sulla attuale SS121 dall'innesto con la A19 a Villabate fino a Bolognetta nel tratto sotteso all'intervento. I risultati evidenziano il netto miglioramento delle condizioni di circolazione sulla SS121 attuale in presenza del progetto, con un innalzamento delle velocità medie di percorrenza delle tratte, una percentuale di tempo in coda che si riduce sensibilmente rispetto allo scenario senza intervento e Livelli di Servizio attesi in linea o migliori rispetto a quanto richiesto dalla normativa vigente.

SS121 esistente – Scenario di Progetto – Anno 2027	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Veicoli Ora Punta Totali	Velocità media viaggio (Km/h)	Percentuale tempo in coda	Livello di Servizio
A19 Villabate - Misilmeri	8.480	90	625	71,2	63,2	<b>C</b>
Misilmeri - Bolognetta	2.635	60	200	77,7	43,1	<b>B</b>

## 9.3 SCENARIO DI PROGETTO – L'IMPATTO SULLA A19

Tabella seguente evidenzia i Traffici Giornalieri medi Annuì sulla A19 nella tratta dallo svincolo di Bagheria allo svincolo di Villabate, dove si ripercuotono maggiormente gli effetti del progetto a causa dell'inserimento di un nuovo svincolo intermedio.

A19 – Anno 2027	Scenario Riferimento		Scenario Progetto		Variazione %	
	TGM Leggeri	TGM pesanti	TGM Leggeri	TGM pesanti	TGM Leggeri	TGM pesanti
Svincolo Bagheria – Svincolo Progetto	38.294	2.166	34.000	1.955	-11,2%	-9,7%
Svincolo Progetto – Svincolo Villabate	38.294	2.166	46.430	2.274	21,2%	5,0%

Come si vede chiaramente, e come era già rappresentato visivamente nel capitolo 8, il nuovo svincolo di progetto determina una riduzione dei Traffici Giornalieri Medi Annuì nella tratta dallo svincolo di Bagheria allo svincolo di progetto ed un incremento degli stessi nella tratta successiva da svincolo di progetto a svincolo Villabate.