

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE: MANDATARIA **rpa** MANDANTE



PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

RELAZIONE TECNICA

NV09 - Nuova Viabilità di accesso alla fermata di Triggiano – km 7+037,121

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	SCALA:
DIRETTORE TECNICO Ing. A. DI PALMA D'Agostino Angelo Antonio Costruzioni Generali s.r.l. (data e firma)	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. M. RASIMELLI (data e firma)	---

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA / DISCIPLINA PROGR. REV.

IA3S **01** **E** **ZZ** **RH** **NV0900** **001** **D**

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione esecutiva	G. De Martino	Mag. 2021	G. Di Marco	Mag. 2021	M. Rasimelli	Mag. 2021	A. Renso
B	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-000000067	G. De Martino	Ott. 2021	G. Di Marco	Ott. 2021	M. Rasimelli	Ott. 2021	
C	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-000000231 IA3S-RV-000000241	G. De Martino	Feb. 2022	G. Di Marco	Feb. 2022	M. Rasimelli	Feb. 2022	
D	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-000000420	G. De Martino	Giu. 2022	G. Di Marco	Giu. 2022	M. Rasimelli	Giu. 2022	

File: IA3S01EZZRHNV0900001D

n. Elab.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	2 DI 45

INDICE

1	PREMESSA	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
4	INQUADRAMENTO FUNZIONALE	7
5	CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI.....	8
6	SEZIONE TRASVERSALE	9
7	ANDAMENTO PLANIMETRICO	11
7.1	Diagramma di velocità.....	11
7.1.1	Lunghezza di transizione	12
7.1.2	Distanza di riconoscimento.....	12
7.1.3	Costruzione del diagramma delle velocità.....	12
7.2	Verifica andamento planimetrico	13
8	ANDAMENTO ALTIMETRICO	14
8.1	Verifica andamento altimetrico	15
9	ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA PER ISCRIZIONE DEI VEICOLI IN CURVA	18
10	VERIFICA DISTANZE DI VISUALE LIBERA.....	19
11	SOVRASTRUTTURA STRADALE.....	20
11.1	Previsione del numero di passaggi dei veicoli >3t	20
11.2	Previsione della composizione dei veicoli >3t.....	21
11.3	Previsione dell'incremento annuo del numero di passaggi dei veicoli >3t.....	23
11.4	Verifica della pavimentazione stradale	23
12	ELEMENTI DI RITENUTA.....	36
12.1	La normativa vigente	36
12.2	I dispositivi di ritenuta adottati per il progetto esecutivo	37
12.3	Verifica degli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e dei veicoli	38
12.4	Verifica della configurazione geometrica dell'arginello per barriere sul bordo laterale	40
12.5	Terminali	43
13	SEGNALETICA.....	44
14	VIABILITÀ PROVVISORIA DURANTE LE FASI REALIZZATIVE	45

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	3 DI 45

1 PREMESSA

Il progetto di Riassetto del Nodo di Bari (linea ferroviaria Bari-Lecce) nella Tratta a Sud di Bari-Variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare è caratterizzato da un tracciato che interferisce con una serie di viabilità.

Gli interventi sulle viabilità, previsti nel Progetto Esecutivo sviluppato, riguardano, in generale, le seguenti tipologie di intervento:

- Viabilità sostitutive dei collegamenti esistenti;
- Viabilità di ripristino dei collegamenti esistenti (con modifica planimetrica e/o altimetrica a tratti esistenti di viabilità interferenti con la linea ferroviaria);
- Viabilità di nuovo collegamento (per accesso-uscita stazioni/fermate);
- Viabilità di ricucitura dei collegamenti esistenti.

Oggetto della presente relazione è la descrizione tecnica della nuova viabilità di accesso alla Fermata di Triggiano, collocata al km 7+037,12 (NV09) del nuovo tracciato ferroviario di progetto RFI. L'intervento interessa un tratto lungo circa 140 metri.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	4 DI 45

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è la descrizione tecnica della nuova viabilità di accesso alla Fermata di Triggiano, inserita nell'ambito del progetto della Variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare della Linea Bari-Lecce – Riassetto Nodo di Bari, collocata al km 7+037,12 del tracciato ferroviario di progetto RFI.

Nel seguito si riportano:

- le normative di riferimento impiegate e criteri e caratteristiche progettuali utilizzati;
- l'inquadramento funzionale e la sezione trasversale, con relativa velocità di progetto;
- le caratteristiche e la verifica dell'andamento planimetrico e altimetrico;
- gli eventuali allargamenti della carreggiata per l'iscrizione dei veicoli in curva;
- la verifica delle distanze di visuale libera;
- la configurazione della sovrastruttura stradale;
- le caratteristiche delle barriere di sicurezza e della segnaletica;
- la descrizione della viabilità provvisoria durante le fasi realizzative;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	5 DI 45

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle disposizioni legislative "cogenti o obbligatorie" per la progettazione delle nuove viabilità in progetto.

- D.M. n. 223 del 18/02/1992: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.Lgs n. 285 del 30/04/1992: "Nuovo codice della strada";
- D.P.R. n. 495 del 16/12/1992: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada";
- D.M. 03/06/1998: "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale";
- D.M. n.557 del 30/11/1999: "Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili";
- D.M. 05/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22/04/2004: "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»";
- D.M. n. 2367 del 21/06/2004: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale";
- D.M. 19/04/2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- D.L.vo n.35 del 15/03/2011: "Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture";
- D.M. n.253 del 28/6/2011: "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale";
- D.M. 1/4/2019: "Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)".

Si riporta di seguito l'elenco delle Circolari Esplicative e delle Linee Guida, che, pur non essendo cogenti, definiscono i criteri interpretativi delle disposizioni contenute nelle norme legislative cogenti e forniscono elementi tecnici utili per una corretta applicazione delle stesse.

- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione";
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 8/06/2001: "Linee guida per la redazione dei piani urbani della sicurezza stradale";
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";

Si riporta nel seguito l'elenco delle Raccomandazioni redatte dal CNR negli anni 1978/1995, evidenziando le parti ancora utilizzabili, non modificate da norme cogenti successive.

- Bollettino Ufficiale C.N.R. n.60/1978 – "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle strade urbane":
 - 3.3.4: Passi carrabili;
 - 3.4: Organizzazione delle carreggiate parcheggio, Strade a destinazione particolare;
- Bollettino Ufficiale C.N.R. n.78/1980 – "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane":
 - 2.2.2 Strade a destinazione particolare;
- Bollettino Ufficiale C.N.R. n.90/1983 – "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane":
 - 3. Criteri generali di progettazione;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	6 DI 45

- 5.3 Corsie specializzate per la svolta a destra in uscita – curve tricentriche di ciglio;
- Bollettino Ufficiale C.N.R. n. 125/88 *“Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale”*:
 - tutto;
- Bollettino Ufficiale CNR n.150/1992 – *“Norme sull’arredo funzionale delle strade urbane”*:
 - 2. Impianti semaforici;
 - 3.2 Segnaletica verticale;
 - 3.3 Segnaletica orizzontale;
 - 6. Passi carrai;
 - 7. Accessi alle stazioni di servizio;
- Bollettino Ufficiale CNR n.178/1995 – *“Catalogo delle pavimentazioni stradali”*:
 - tutto.

Si elencano di seguito gli Studi a carattere pre-normativo (non ancora trasformati in leggi o in circolari, ma ancora validi), redatti e resi pubblici dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

- Norma per gli Interventi di Adeguamento delle Strade Esistenti del 21/03/2006;
- Linee guida per la progettazione dei sistemi di informazione all’utenza¹;
- Linee guida per i sistemi di regolazione del traffico¹;
- Norme tecniche di tipo prestazionale per capitolati speciali d’appalto¹;
- Caratteristiche funzionali e geometriche delle aree di sosta, di parcheggio e di servizio di autostrade e strade extraurbane principali¹.

Esistono inoltre indicazioni progettuali, per la costruzione delle strade, nelle norme urbanistiche e territoriali (Regionali, Provinciali, Aree Metropolitane e Comunali) che, a seconda di come sono inserite nelle norme di attuazione o nelle norme del regolamento viario, sono considerate prescrittive o solo di indirizzo. Si riportano, perciò, le norme urbanistiche e territoriali vigenti per la costruzione e l’adeguamento delle strade esistenti nell’area metropolitana di Bari.

- Piani Regolatori vigenti dei comuni di Bari, di Triggiano e di Noicattaro;
- Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) della regione Puglia adottato nel 2013;
- Linee Guida 4.4.3 *“Patto città campagna: riqualificazione delle periferie e delle aree agricole periurbane”* (PPTR) della regione Puglia approvato nel febbraio 2015;
- Linee Guida 4.4.5 *“Qualificazione paesaggistica e ambientale delle infrastrutture viarie”* (PPTR) della regione Puglia approvato nel febbraio 2015.

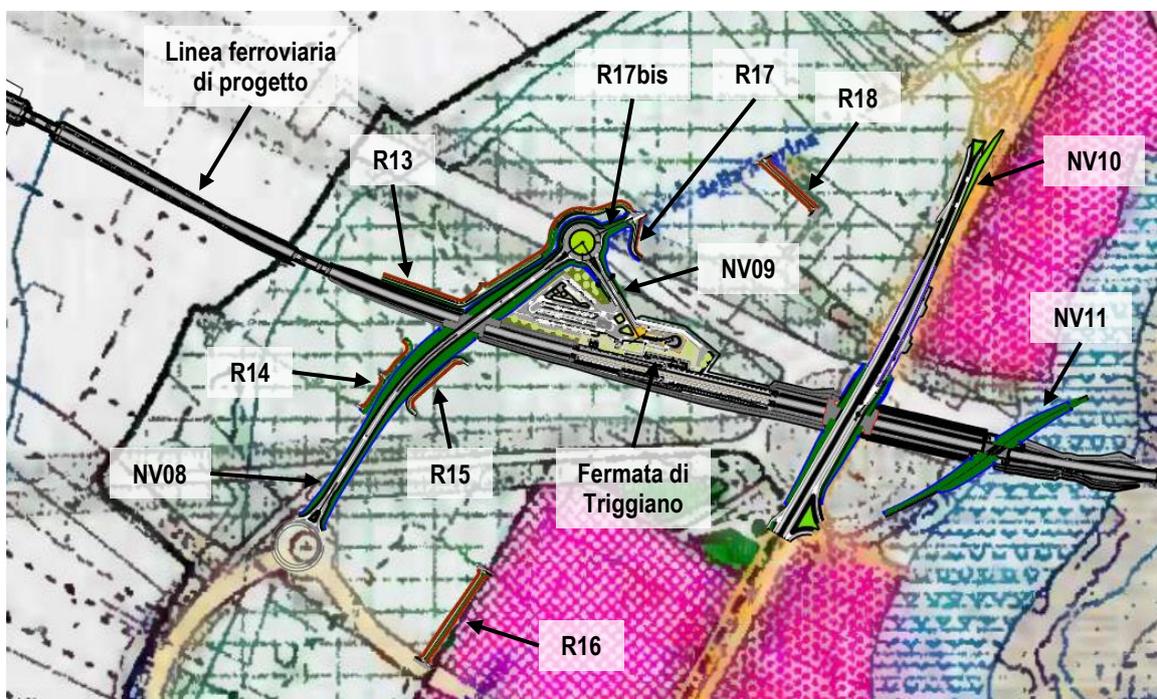
¹ Studi presentati al Seminario *“Metodologie e procedure per il miglioramento della sicurezza stradale”* Parlamentino del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - 7-9 Novembre 2001.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	7 DI 45

4 INQUADRAMENTO FUNZIONALE

La viabilità in oggetto, lunga circa 140 m, fungerà da collegamento, attraverso un'intersezione a rotatoria, tra la "Nuova viabilità Strada Vecchia della Marina – km 6+784,30" (NV08) e la viabilità interna all'area di pertinenza della Fermata di Triggiano e al servizio del parcheggio. In virtù della funzione a cui assolve, la NV09 si inquadra funzionalmente come strada locale a destinazione particolare ai sensi del D.M. 05/11/2001. Il contesto territoriale attraversato dalla viabilità in oggetto è caratterizzato attualmente dalla presenza di poche case sparse ad uso prevalentemente agricolo.

Figura 4.1 – Inquadramento funzionale su PRG



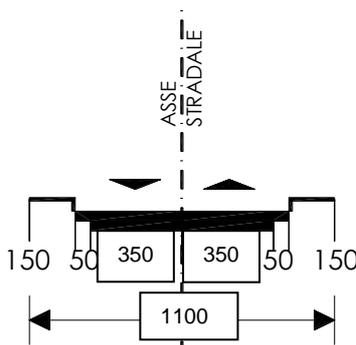
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	8 DI 45

5 CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Nel testo allegato al D.M. 05/11/2001 – al capitolo 1 – si evidenzia che *“queste norme non considerano particolari categorie di strade urbane, quali ad esempio quelle collocate in zone residenziali, che necessitano particolari arredi, quali anche i dispositivi per la limitazione della velocità dei veicoli, né quelle locali a destinazione particolare”*. Ebbene, come anticipato nel paragrafo precedente, la viabilità NV09 è inquadrata proprio come strada locale a destinazione particolare poiché assolve la funzione di collegamento, con accesso/uscita, alla viabilità interna all’area di pertinenza della Fermata di Triggiano e al servizio del parcheggio.

Il progetto dell’infrastruttura stradale è stato sviluppato inquadrando la nuova viabilità come Strada Urbana di Quartiere (Cat. E) ed adottando una sezione trasversale con piattaforma pavimentata corrispondente alla configurazione, prescritta dal D.M. 05/11/2001 (Fig. 3.6.g), con soluzione a 1+1 corsie di marcia percorse da autobus (corsie da 3.50m) e prevedendo marciapiedi laterali ad uso promiscuo (pedonale e ciclabile) in corrispondenza di entrambi i margini.

Figura 5.1 – Soluzione a 1+1 corsie di marcia percorse da autobus, prevista dal D.M. 05/11/2001 (Fig. 3.6.g)



Coerentemente con quanto previsto dal suddetto decreto ministeriale, gli elementi geometrici sono stati verificati assumendo come velocità di progetto l’estremo inferiore dell’intervallo di velocità di progetto della strada urbana di quartiere pari a 40 km/h.

Per quanto concerne l’andamento planimetrico, coerentemente con quanto previsto dal progetto definitivo, l’intera viabilità in oggetto si sviluppa in rettilineo.

Alla luce della velocità di progetto assunta, al tratto stradale in oggetto è associata una velocità massima di percorrenza pari a 30 km/h. A tal fine è stata prevista apposita segnaletica verticale di prescrizione (limite massimo di velocità).

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 9 DI 45

6 SEZIONE TRASVERSALE

Per la sezione trasversale è stata adottata una configurazione composta da una carreggiata costituita da due corsie, una per verso di marcia, larghe 3.50 metri ciascuna e banchine laterali di 0.50 m; la larghezza complessiva della piattaforma stradale è, quindi, pari a 8.00 m. L'NV09 si sviluppa interamente in rettilineo, per cui, per garantire il corretto smaltimento delle acque di piattaforma, la carreggiata stradale è sempre inclinata verso l'esterno con pendenza trasversale pari a 2,5%.

Ai margini del nastro stradale è previsto un arginello di 1.25 m, delimitato da un cordolo in cls vibrocompreso, con fondazione in c.a., all'interno del quale viene infissa la barriera di sicurezza del tipo bordo laterale – ove necessario –. I paramenti inclinati del corpo stradale (sia in rilevato sia in trincea) saranno caratterizzati da una pendenza pari a 2:3. I versanti del rilevato vanno rivestiti con uno strato di terreno vegetale dello spessore di 30 cm per limitare i fenomeni erosivi e preservarne l'integrità.

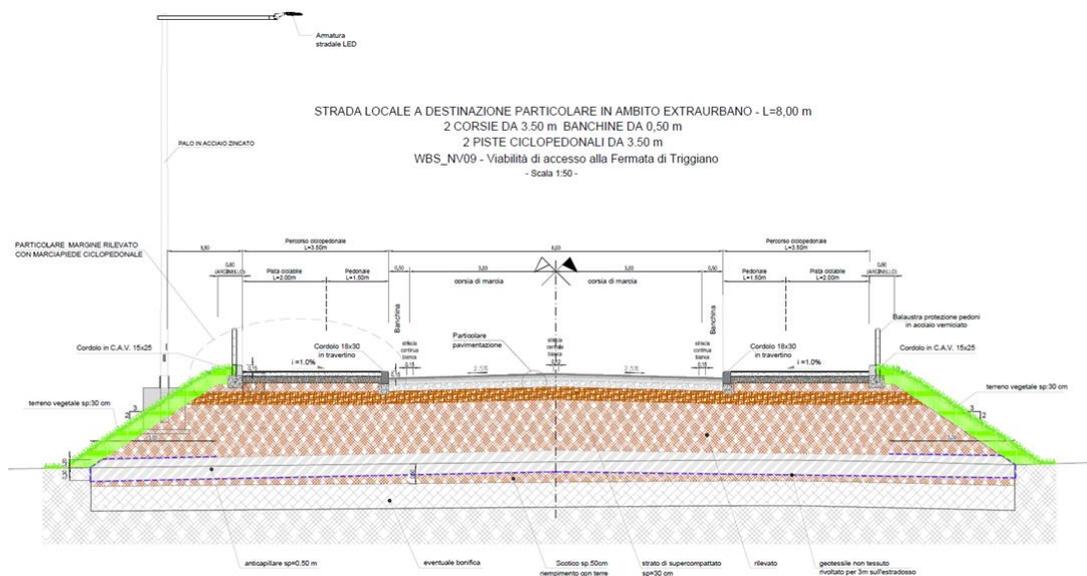
Prima di erigere il rilevato, vanno predisposti lo scotico del terreno in sito (più eventuale bonifica), per uno spessore di 50 cm, e il successivo riempimento con materiale selezionato. Il rilevato viene poi poggiato su di uno strato anticapillare – anch'esso dello spessore di 50 cm – “protetto” da geotessile non tessuto (risvoltato per una lunghezza di 3.0 m sull'estradosso).

Per la parte in rilevato, il drenaggio della piattaforma stradale in rilevato è assicurato da un set di embrici in calcestruzzo vibrocompreso, disposti con un interasse di 20 metri su ambo i paramenti inclinati del rilevato. L'acqua così convogliata viene recapitata all'interno di fossi di guardia disperdenti a sezione trapezoidale, larghi 2.00 m (75+50+75 cm, per 75 cm di altezza) e rivestiti in materiale drenante. Per i dettagli si rimanda all'apposita relazione idrologica-idraulica sul drenaggio di piattaforma.

Dalla prog. 53.76 fino al termine dell'intervento lateralmente alla piattaforma stradale sono previsti due marciapiedi, che fanno parte delle opere previste per il parcheggio della Fermata di Triggiano.

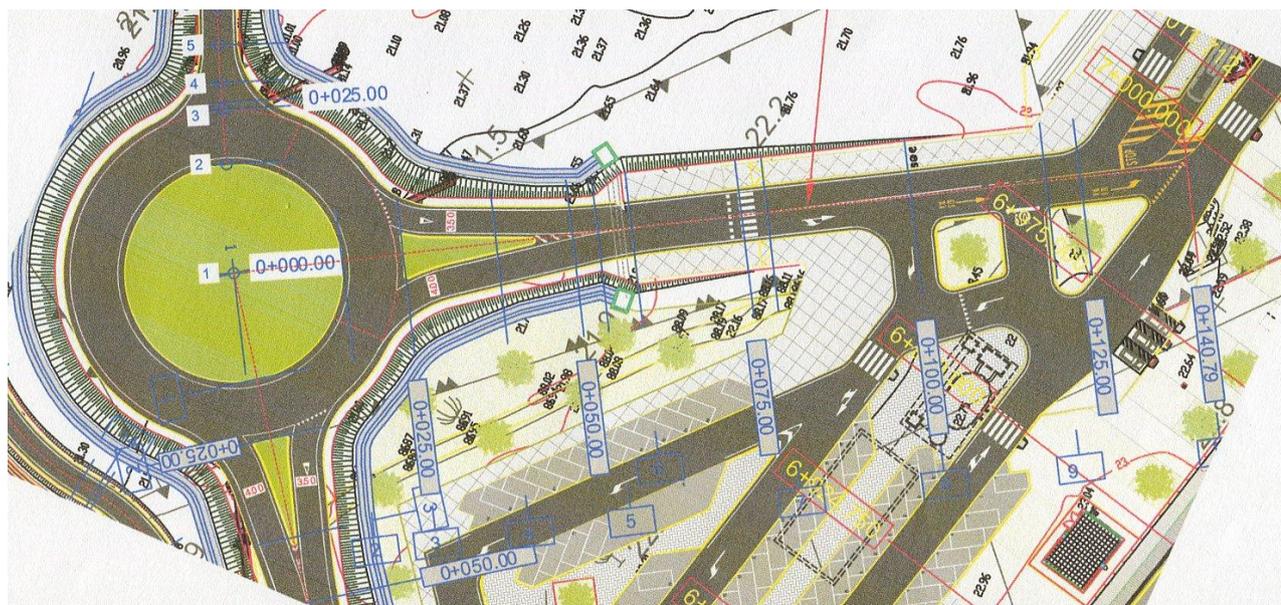
In questo tratto verranno progettati e computati solo le opere in terra e di pavimentazione stradale necessarie a realizzare l'intervento stradale NV09.

Figura 6.1 – Sezione trasversale tipologica



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	11 DI 45

7 ANDAMENTO PLANIMETRICO



L'andamento planimetrico è composto dalla successione degli elementi riportati nella tabella seguente.

Tabella 7.1 – Andamento planimetrico

N° [#]	Elemento [-]	Prog.	L [m]	Coordinate		Azimuth [°]
				E	N	
1	Rettilifo	I 0+000.00	140.79	2683272.10	4550465.05	166.0985
		F 0+140.79		2683343.58	4550343.75	166.0985

La viabilità di progetto si sviluppa interamente in rettilifo, per cui, per tutta la sua lunghezza la carreggiata stradale risulta inclinata verso l'esterno con pendenza trasversale pari $q = 2,5\%$.

7.1 Diagramma di velocità

Il D.M. 05/11/2001, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", definisce il diagramma delle velocità come la rappresentazione grafica delle velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale. Tale diagramma va costruito sulla base del solo andamento planimetrico del tracciato, determinando la velocità di progetto corrispondente a ciascuno dei suoi elementi: in tal senso, si assume che le pendenze longitudinali non influenzino la velocità di progetto.

Il modello semplificato di variazione della velocità lungo il tracciato, utilizzato per la costruzione del diagramma di velocità si basa, poi, sulle seguenti ipotesi:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	12 DI 45

- in rettilineo la velocità di progetto tende al limite superiore dell'intervallo della velocità di progetto; gli spazi di accelerazione conseguenti all'uscita da una curva circolare e quelli di decelerazione per l'ingresso a detta curva, o dai tratti di inizio e fine dei tratti stradali in adeguamento, ricadono soltanto negli elementi considerati;
- i valori dell'accelerazione e della decelerazione si considerano pari a 0.8 m/s^2 .

7.1.1 Lunghezza di transizione

La lunghezza di transizione D_T è la lunghezza in cui la velocità, conformemente al modello teorico ammesso, passa dal valore V_{p1} a quello V_{p2} , competenti a due elementi che si succedono. Tale lunghezza, espressa in metri, si calcola:

$$D_T = \frac{\Delta V \cdot V_m}{12.96a}$$

ove ΔV è la differenza tra le velocità V_{p1} e V_{p2} , V_m è la velocità media tra i due elementi e a è l'accelerazione o la decelerazione che si assume pari a $\pm 0.8 \text{ m/s}^2$.

Per una velocità di progetto massima di 40 km/ora ed una velocità massima di 30 km'ora nel parcheggio e nella rotatoria, si ha: $D_T = (10 \times 35) / (12.96 \times 0.8) = 33.76 \text{ m}$

7.1.2 Distanza di riconoscimento

Per distanza di riconoscimento D_r s'intende la lunghezza massima del tratto di strada entro il quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti. Dipende dalla velocità e può essere calcolata banalmente in metri con la relazione:

$$D_r = t \cdot V_p$$

con $t = 12 \text{ s}$ e v_p espressa in m/s (da intendersi riferita all'elemento di raggio maggiore).

Per una velocità di progetto di 40km/ora si ha $D_r = 12 \times 40 = 480 \text{ m}$

Secondo questo modello, l'apprezzamento di una variazione di curvatura dell'asse – che consente al conducente di modificare la sua velocità – può avvenire solo all'interno della distanza di riconoscimento. Quindi, per garantire la sicurezza della circolazione in caso di decelerazioni, la distanza di transizione D_T deve avere una lunghezza non superiore alla distanza di riconoscimento:

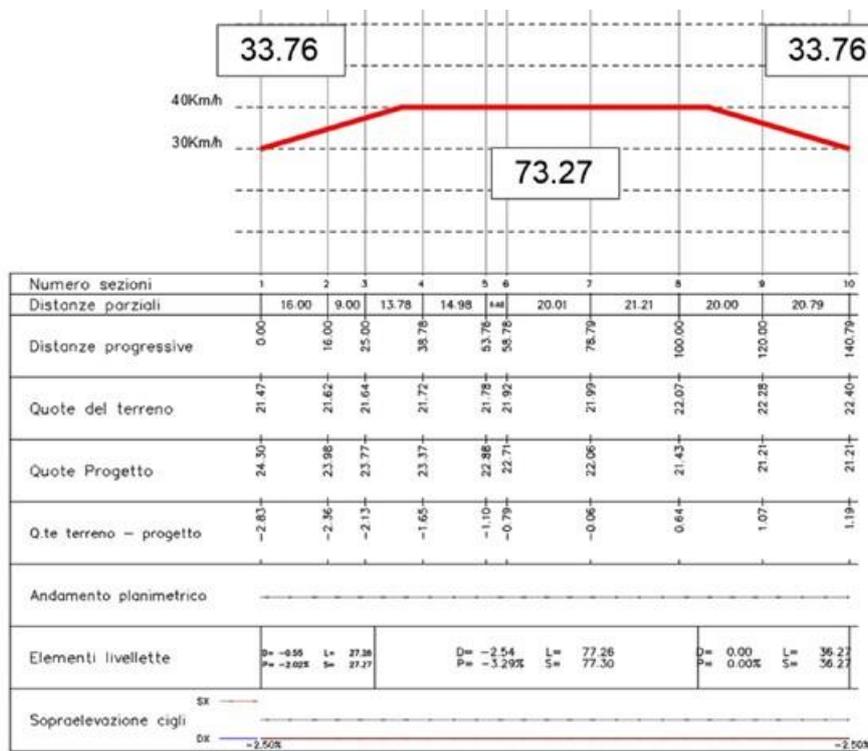
$$D_T \leq D_r$$

In ogni caso, perché la variazione di curvatura sia effettivamente percepita, la distanza di transizione deve comunque essere minore della distanza di visuale libera nel tratto che precede la curva circolare.

7.1.3 Costruzione del diagramma delle velocità

Per chiarezza operativa, è opportuno partire dal diagramma delle curvature dell'asse stradale, associandolo alle velocità di progetto nei tratti a curvatura costante. In seguito si individuano i punti di inizio delle manovre di accelerazione e quelli finali per le decelerazioni. Il diagramma delle velocità si ottiene, così, riportando le distanze di transizione D_T relative alle manovre di accelerazione o decelerazione dai rispettivi punti di inizio o di fine.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatara: Mandante: RPA srl Technital Spa HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 13 DI 45



7.2 Verifica andamento planimetrico

Dato che l'NV09 si sviluppa interamente in rettilo, la verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, si riduce alla semplice verifica dell'unico rettilineo, riportata sinteticamente nella tabella di seguito, in cui la lunghezza minima è quella che consente al conducente di percepire il tratto rettilineo (65m per velocità di 70km/ora) e la lunghezza massima è pari a al prodotto della velocità del tratto per 22.

Tabella 7.2 – Verifica rettifili

N°	L	V	L _{min}	L _{max}
[#]	[m]	[km/h]	[m]	[m]
1	140.79	40	30	880

APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
 GENERALI s.r.l.**

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

Mandatario: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

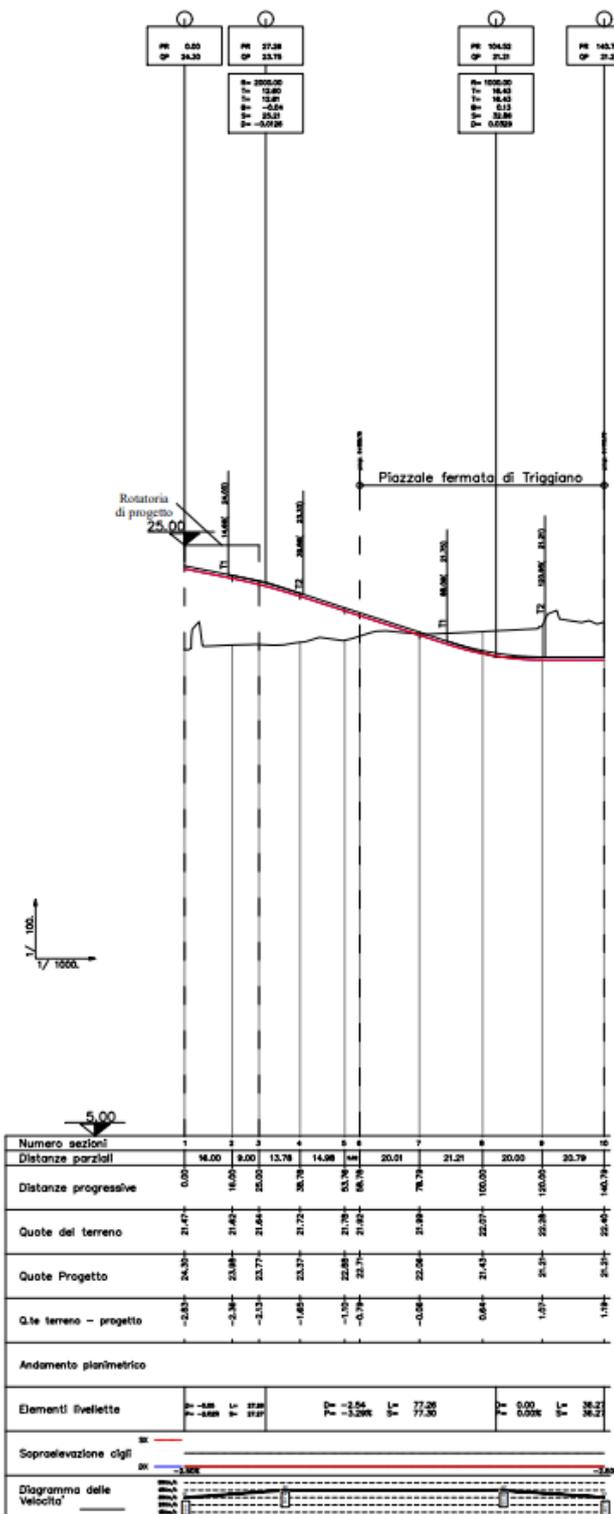
TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:

NV09 – Relazione tecnica

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	14 DI 45

8 ANDAMENTO ALTIMETRICO



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 15 DI 45

L'andamento altimetrico è composto dalla successione degli elementi riportati nella tabella seguente.

Tabella 8.1 – Andamento altimetrico

1	LIVELLETTA	Distanza:	27.27	Sviluppo:	27.27	Diff.Qt.:	-0.55	Pendenza [%]:	-2.02
	ESTREMI LIVELLETTE	Prog.1	0+000.00	Quota 1	24.30	Prog.2	0+014.66	Quota 2	24
	VERTICI LIVELLETTE	Prog.1	0+000.00	Quota 1	24.30	Prog.2	0+027.26	Quota 2	23.75
2	PARABOLA	Distanza:	25.20	Sviluppo:	25.21	Raggio:	2000	Tangente:	12.61
		Freccia:	-0.04	Raccordo:	convesso				
	ESTREMI	Prog.1	0+014.66	Quota 1	24.00	Prog.2	0+039.86	Quota 2	23.33
	VERTICE	Prog	0+027.26	Quota	23.75				
3	LIVELLETTA	Distanza:	77.26	Sviluppo:	77.30	Diff.Qt.:	-2.54	Pendenza [%]:	-3.29
	ESTREMI LIVELLETTE	Prog.1	0+039.86	Quota 1	23.33	Prog.2	0+088.09	Quota 2	21.75
	VERTICI LIVELLETTE	Prog.1	0+027.26	Quota 1	23.75	Prog.2	0+104.52	Quota 2	21.21
4	PARABOLA	Distanza:	32.86	Sviluppo:	32.86	Raggio:	1000	Tangente:	16.43
		Freccia:	0.13	Raccordo:	concavo				
	ESTREMI	Prog.1	0+088.09	Quota 1	21.75	Prog.2	0+120.95	Quota 2	21.21
	VERTICE	Prog	0+104.52	Quota	21.21				
5	LIVELLETTA	Distanza:	36.27	Sviluppo:	36.27	Diff.Qt.:	0.00	Pendenza [%]:	0.00
	ESTREMI LIVELLETTE	Prog.1	0+120.95	Quota 1	21.21	Prog.2	0+140.79	Quota 2	21.21
	VERTICI LIVELLETTE	Prog.1	0+104.52	Quota 1	21.21	Prog.2	0+140.79	Quota 2	21.21

8.1 Verifica andamento altimetrico

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 dell'andamento altimetrico è riportata nelle tabelle che seguono, assumendo come velocità di percorrenza del raccordo altimetrico quello letto nel diagramma di velocità.

In tal senso, le tabelle seguenti – e quindi la verifica dell'andamento altimetrico del tracciato – sono da considerarsi valide per entrambi i versi di marcia. Del resto, gli unici dati che, in teoria, varierebbero nei due sensi di marcia sono la distanza d'arresto D_A e il segno della differenza Δi tra le pendenze delle livellette a monte e a valle del raccordo: $\Delta i = i_2 - i_1$

La distanza d'arresto è computata in funzione della pendenza media i_{med} delle due livellette convergenti nel raccordo. Per i calcoli riportati nelle tabelle seguenti si adotta sempre il modulo negativo di Δi , per avere una distanza di arresto del veicolo maggiore (marcia in discesa).

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital Spa HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	16 DI 45

Tabella 8.2 – Verifiche raccordo 2 (convesso)

NV09- Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo convesso 2														
V	fe	pend1	pend2	i med	Da	Δi	R	Lr	Rcomfort	Rvmin1	Rvmin2	Dv1	Dv2	Conformità al
km/ora	[-]	%	%	%	m	%	m	m	m	Da<L	Da>L	Da<L	Da>L	D.M. 05/11/2001
40	0,48	-2,02	-3,29	-2,66	40,61	1,27	2000	25,40	206	-	qualsiasi	-	159,42	si

Tabella 8.3 – Verifiche raccordo 4 (concavo)

NV09- Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 4														
V	fe	pend1	pend2	i med	Da	Δi	R	Lr	Rcomfort	Rvmin	Rvmin	Dv1	Dv2	Conformità al
km/ora	[-]	%	%	%	m	%	m	m	m	Da<L	Da>L	Da<L	Da>L	D.M. 05/11/2001
40	0,48	-3,29	0	-1,65	40,31	3,29	1000	32,90	206	-	227	-	68	si

ove la notazione utilizzata in tabella è la seguente:

- V – velocità di progetto o valore del diagramma delle velocità di percorrenza;
- f_e – coefficiente d'attrito equivalente;

Valori del coefficiente equivalente									
V km/ora	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f_e	0.53	0.51	0.48	0.46	0.43	0.40	0.38	0.36	0.35

- $pend1$ – pendenza longitudinale prima livelletta
- $pend2$ – pendenza longitudinale seconda livelletta
- $imed$ – pendenza longitudinale media (in discesa valori negativi);
- D_A – distanza di visuale libera richiesta per l'arresto; $DA=0.78*V-0.0028*V^2+V^2/(254*(fe+i))$
- Δi - differenza Δi tra le pendenze delle livellette a monte e a valle del raccordo
- R - raggio del raccordo verticale
- Lr – Sviluppo longitudinale del raccordo;
- R_{comf} - il raggio altimetrico minimo per la verifica relativa al comfort; $R_{comf}=0.129xV^2$
- $R_{min,arr}$ 1- il raggio altimetrico minimo per assicurare una distanza di visuale libera pari a D_a nel caso in cui $D_a < L_c$
- $R_{min,arr}$ 2- il raggio altimetrico minimo per assicurare una distanza di visuale libera pari a D_a nel caso in cui $D_a > L_c$
- D_{V1} – distanza di visuale libera disponibile lungo il raccordo nel caso in cui $D_a < L_c$
- D_{V2} – distanza di visuale libera disponibile lungo il raccordo nel caso in cui $D_a > L_c$.
- *Raccordi convessi (dossi)* dove $h_1=1.10m$ (occhio conducente) , $h_2=0.10m$ (ostacolo), $D_v=D_a$

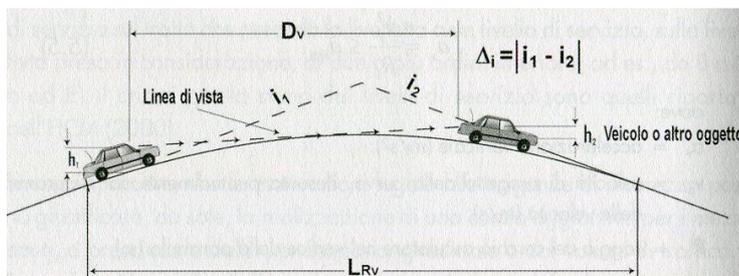
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 17 DI 45

Se $D_v \leq L_{Rv}$ si ha:

$$R_v = \frac{D_v^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

Se, invece, $D_v > L_{Rv}$ si ha:

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left(D_v - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right)$$



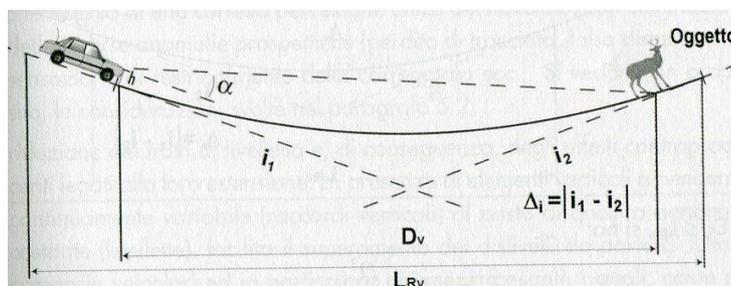
- *Raccordi concavi (sacche)* dove $h_1=0.5\text{m}$ (altezza faro) , $\text{sen } 1^\circ = 0.01745$ (divergenza in alto del fascio luminoso con gli abbaglianti), $D_v = D_A$

Se $D_v \leq L_{Rv}$ si ha:

$$R_v = \frac{D_v^2}{2 \cdot (h + D \cdot \text{sen } \alpha)}$$

Se, invece, $D_v > L_{Rv}$ si ha:

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left(D_v - 100 \cdot \frac{h + D \cdot \text{sen } \alpha}{\Delta i} \right)$$



Dalle tabelle si evince che, risultando $D_v > D_A$ la verifica è soddisfatta.

Quanto alle pendenze longitudinali delle livellette, come si evince dalle tabelle degli andamenti altimetrici, sono tutte inferiori al 10%: pertanto, sono conformi al D.M. 05/11/2001.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 18 DI 45

9 ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA PER ISCRIZIONE DEI VEICOLI IN CURVA

Dato che il tracciato planimetrico è composto da un unico rettilineo, non è necessario prevedere allargamenti della carreggiata.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 19 DI 45

10 VERIFICA DISTANZE DI VISUALE LIBERA

Con riferimento all'andamento altimetrico, la verifica delle distanze di visuale libera è riportata al par. 8.1. Dato che il tracciato planimetrico è composto da un unico rettilineo, non è necessario condurre alcuna verifica delle distanze di visuale libera in curva.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	20 DI 45

11 SOVRASTRUTTURA STRADALE

Nell'ambito della progettazione esecutiva, per il dimensionamento degli spessori delle nuove pavimentazioni delle strade di nuova costruzione previsti dal progetto della Nuova Linea FS Bari si è fatto riferimento ai criteri illustrati nel catalogo delle pavimentazioni stradali del CNR/1995.

Il Catalogo prevede una vita utile da assegnare all'infrastruttura di 20 anni e richiede la previsione del numero e del tipo dei veicoli commerciali pesanti oltre 3 tonnellate che transitano su una corsia di marcia.

11.1 Previsione del numero di passaggi dei veicoli >3t

Il progetto definitivo definisce per ciascun attraversamento della nuova linea ferroviaria la percentuale dei veicoli commerciali aventi un peso maggiore di 3 tonnellate pari al 10% sulle strade ordinarie e al 16% sulla SP60 (Triggiano-S.Giorgio).

Per stimare il numero dei veicoli commerciali, che passeranno sui nuovi attraversamenti quando tutti gli interventi previsti dal Piano regolatore Comunale saranno stati attuati, si è fatto riferimento alla tabella 3.4.4- *Composizione della carreggiata* - delle Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade che riporta la portata di servizio per corsia (veicoli equivalenti/ora) per un livello di servizio di tipo "C" (il numero massimo dei veicoli in transito, all'ora per corsia e direzione, in condizione di flusso stabile).

Per una strada locale extraurbana la portata di servizio è di 450 veicoli equivalenti/ora per corsia.

Il numero dei veicoli commerciali e dei bus equivalenti è stimato dal progetto definitivo al 10% ed è di $45 \times 0.10 = 4.5$ veicoli equivalenti/ora.

Il numero reale dei veicoli commerciali previsti si ottiene dividendo tale numero per 2.5, coefficiente di equivalenza fra i veicoli pesanti >3t e le auto, ovvero $4.5 / 2.5 = 1.8$ veicoli commerciali/ora.

Gli autobus sono stimati al 10% di tale numero ovvero $1.8 \times 0.10 = 0.18$ bus/ora ed il numero dei veicoli commerciali è pertanto di $1.8 - 0.18 = 1.62$ veicoli >3t.

Il Traffico giornaliero medio dei veicoli commerciali >3t e dei bus è pari a $0.5 \times 16 \times 24 + 2 \times 14 = 220$ veicoli/giorno per direzione. Si è stimato che il traffico giornaliero medio dei veicoli commerciali sia pari al 50% di quello massimo (veicoli dell'ora di punta per 24 ore) ed il servizio bus sia effettuato per 14 ore al giorno (inizio ore 6 e termine ore 22).

Questo traffico giornaliero medio dei veicoli commerciali, calcolato sulla portata di servizio di una strada locale extraurbana, per un livello di servizio di tipo "C", per la strada di accesso alla Fermata Triggiano appare sovrastimato.

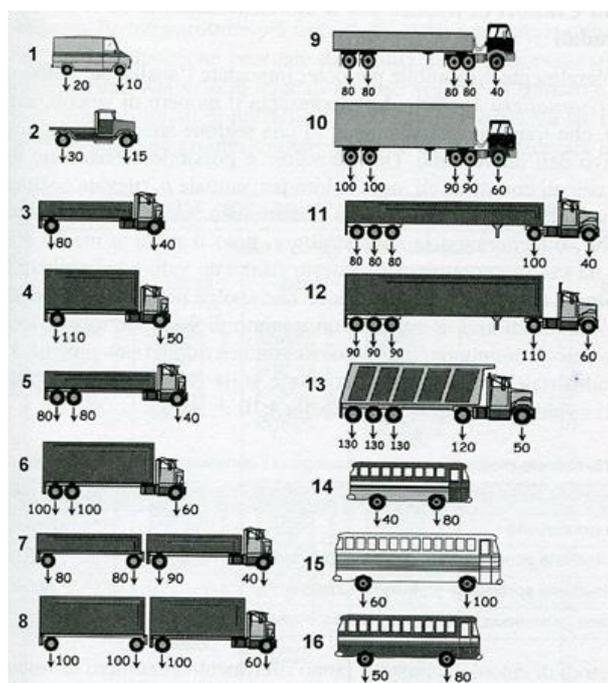
La strada di collegamento all'area di parcheggio della Fermata Triggiano è una strada chiusa non collegata ad altre strade. Tutto il traffico commerciale transiterà, quando sarà allargata, sulla strada Marina Vecchia. Il piano regolatore di Triggiano non prevede nessuna ulteriore funzione oltre quella già espletata di accesso al parcheggio.

Per tali motivi il TGM dei veicoli pesanti è stato ridotto del 50% ovvero $220 \times 0.50 = 110$ veicoli/giorno prevalentemente composto da autobus.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	21 DI 45

11.2 Previsione della composizione dei veicoli >3t

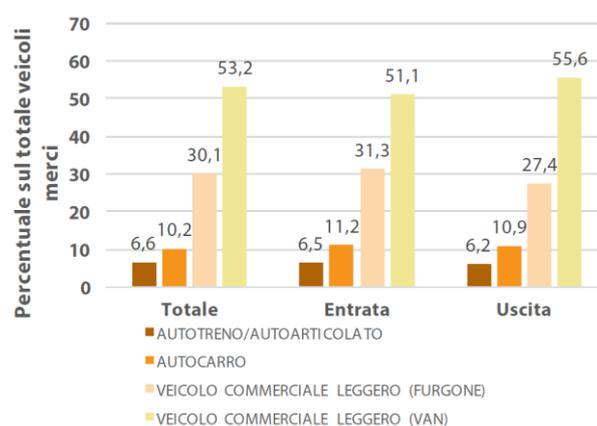
I Tipi dei veicoli commerciali con massa superiore a 3 tonnellate previsti dal Catalogo delle pavimentazioni CNR95 sono illustrati nella tabella (il numero di assi e la distribuzione dei carichi per asse sono espressi in KN).



Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Bari, adottato dal consiglio comunale di Bari il 4/agosto/2021, ha effettuato nel 2019 il conteggio dei veicoli commerciali in accesso ed uscita dal Centro di Bari di una intera settimana.

La categoria predominante di veicoli merci in entrate/uscita è quella dei van (53.2% del totale), seguono i furgoni (30.1%), gli autocarri (10.2%) ed infine i veicoli più pesanti autotreni e autoarticolati (6.6%).

La percentuale della composizione dei veicoli merci rilevata dal PUMS è la seguente:



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	22 DI 45

Nell'ambito dei veicoli >3t, necessari per il dimensionamento delle pavimentazione, non rientrano i van che hanno un peso inferiore alle 3t ed occorre aggiungere gli autobus del trasporto pubblico e dei servizi turistici.

La percentuale degli autobus di linea pubblica possono oscillare dal 20% del totale dei veicoli >3 t, per le strade più vicine al centro storico e per le strade dirette verso le fermate ferroviarie, fino a zero per le strade locali in aree agricole.

Il Piano di riordino del Trasporto urbano del PUMS prevede nel periodo 2016/2026 un incremento delle linee BUS per collegare i quartieri adiacenti la Nuova linea ferroviaria di progetto (S. Pasquale Mungivacca con Japigia Sant'Anna) e dei Quartieri più distanti (Carbonara Santa Rita con S. Giorgio Torre a Mare).



In particolare nel comune di Bari vengono potenziate le linee bus sullo scavalco NV02 (via Omodeo), sottovia NV03 (accesso alla Stazione Executive), cavalcavia NV06(via Rafaschieri) e NV07 (strada comunale Cardarola).

Nel Comune di Triggiano sono previsti aumenti delle frequenze delle linee bus solo sullo scavalco NV08 (Strada vecchia della marina) e NV10 (SP Triggiano-Ponte S. Giorgio).

Sulla base di tali studi sono state ipotizzate le seguenti ripartizioni percentuali dei veicoli commerciali sulla Strada di collegamento al parcheggio della fermata Triggiano (NV09) per la verifica degli spessori della pavimentazione stradale con il metodo AASHTO.

Assumendo una percentuale minima di bus al 30% (veicoli dal tipo 14 al 16), le percentuali degli altri veicoli pesanti si ottengono dalla percentuale della composizione dei veicoli merci >3t rilevata dal PUMS (furgoni 30.1%, autocarri 10.2% ed autotreni e autoarticolati 6.6%):

Furgoni $0.7 \times 30.1 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 44.9\%$ (Veicoli tipo 1 e 2)

Autocarri $0.7 \times 10.2 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 15.2\%$ (veicoli dal tipo 3 al 6)

Autotreni Autoarticolati = $0.7 \times 6.6 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 9.8\%$ (veicoli dal tipo 7 al 13)

La composizione di traffico e frequenza utilizzato per la verifica con il metodo AASHTO della strada NV09 è la seguente:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI												
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl													
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH</td> <td>NV0900 001</td> <td>D</td> <td>23 DI 45</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	23 DI 45
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	23 DI 45								

OPERA	NOME	Composizione di traffico e frequenza – valori in percentuale																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Tot
NV09	Fermata Triggiano	45	0	6	5	2	2	3	2	1	2	1	0	1	10	10	10	!Impostazione del carattere non valida

11.3 Previsione dell'incremento annuo del numero di passaggi dei veicoli >3t

Lo stesso Piano della Mobilità Sostenibile (PUMS) effettua una proiezione dal 2019 al 2030 del numero degli abitanti delle province della Puglia, per poi definire l'incremento degli spostamenti delle persone ed assegnare le variazioni dei flussi veicolari sulle strade esistenti e prevedere i flussi su quelle da realizzare.

PROVINCE	2019	2030	Variazione totale
Bari	1.230.205	1207.395	-1,85%
Barletta-Andria-Trani	384.801	375.591	-2,39%
Brindisi	385.235	364.972	-5,26%
Foggia	606.904	581.370	-4,21%
Lecce	782.165	755.903	-3,36%
Taranto	563.995	536.697	-4,84%
PUGLIA	3.953.305	3.822.184	-3,32%

La provincia di Bari avrà nel 2030 una diminuzione dei residenti rispetto al 2019 del 1.85%.

Il numero dei flussi veicolari delle auto e dei veicoli commerciali rimarrà comunque quello attuale o aumenterà di poco, perché aumenteranno il numero dei viaggi che i veicoli effettuano in una stessa giornata ed il numero delle consegne giornaliere dei veicoli merci.

Per tale motivo il tasso di incremento dei flussi di traffico commerciale per il calcolo delle pavimentazioni è stato fissato al 0.5% annuo pari ad un incremento del 10% in 20 anni.

11.4 Verifica della pavimentazione stradale

Nel progetto definitivo, per la sovrastruttura stradale è stata prevista una configurazione di spessore complessivo pari a 32cm costituita dai seguenti strati:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 24 DI 45

Tabella 11.1 – Schematizzazione del “pacchetto” della sovrastruttura stradale del progetto definitivo

Strato	Materiale	Spessore
[-]	[-]	[cm]
usura	conglomerato bituminoso	4
binder	conglomerato bituminoso	5
base	conglomerato bituminoso	8
fondazione	misto granulare stabilizzato	15

Nel progetto esecutivo la pavimentazione stradale assume la configurazione riportata di seguito, caratterizzata da uno spessore complessivo di 33 cm.

Tabella 11.2 – Schematizzazione del “pacchetto” della sovrastruttura stradale del progetto esecutivo

Strato	Materiale	Spessore
[-]	[-]	[cm]
usura	conglomerato bituminoso	4
binder	conglomerato bituminoso	5
base	conglomerato bituminoso	8
fondazione	misto granulare stabilizzato	16

Normativa

La normativa di riferimento è di seguito riportata:

- CNR: “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Caratteristiche per accettazione”. CNR, B.U. n. 68 del 1978;
- CNR: “Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle strade urbane”. CNR, B.U. n. 60 del 1978;
- “American Association of State Highway and Transportation Official” - AASTHO Guide for Design of Pavement Structures;
- CNR: “Istruzioni per la pianificazione della manutenzione stradale”. CNR, B.U. n. 125 del 1988;
- CNR: “Norme sugli aggregati: criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali”. CNR, B.U. n. 139 del 1992;
- Decreto legislativo del 30-04-92 n. 285 e successive modificazioni: “Nuovo codice della strada”;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	25 DI 45

- CNR: "Catalogo delle pavimentazioni stradali" B.U. n. 178 del 1995.
- Decreto Ministeriale del 5-11-2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Metodo AASHTO

Si è proceduto ad una verifica della sovrastruttura stradale attraverso l'algoritmo di calcolo dell' "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES" basato sui risultati dell'esperimento AASHTO.

Tale metodo empirico permette di calcolare, tramite alcune relazioni, che tengono conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la sovrastruttura, il numero di passaggi di assi standard del peso di 8,2 ton. che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità inaccettabile, in relazione all'"affidabilità" richiesta.

Il numero ricavato è stato poi confrontato con il numero di passaggi di assi standard alla fine della "vita utile" calcolati attraverso lo spettro di traffico sopra definito.

L'obiettivo che ci si prefigge nella progettazione delle sovrastrutture è quello di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità per un prefissato lasso di tempo.

E' opportuno osservare che il rifacimento dello strato di usura dopo un certo numero di anni è da considerarsi come un intervento manutentivo ordinario e prevedibile al fine di assicurare le necessarie caratteristiche di aderenza nelle pavimentazioni flessibili.

Poiché, inoltre, le caratteristiche dei materiali utilizzati non si mantengono costanti nel tempo, i carichi sono dispersi per posizione ed entità, ed infine il fenomeno stesso della rottura per fatica risulta essere un fenomeno aleatorio, l'obiettivo deve essere definito in termini probabilistici.

Nel progetto delle pavimentazioni, l'obiettivo si sostanzia, quindi, attraverso la definizione di tre elementi:

- la vita utile, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite, per il progetto in esame è stata posta pari a 20 anni;
- lo stato limite, cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario comunque intervenire, per il metodo empirico il parametro di riferimento è il PSI;
- l'affidabilità, cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile, per il progetto in esame è stata posta pari al 85%.

Per procedere alla progettazione ed alla verifica della sovrastruttura è necessario determinare il numero di veicoli da 8,2 tonn. per asse che possono transitare nell'arco della vita utile lungo le corsie della strada in progetto.

Il parametro di progetto del modello di calcolo delle pavimentazioni flessibile proposto dall'AASHTO è il volume di traffico di veicoli commerciali/giorno che, si prevede, transiteranno sulla sovrastruttura, definito da:

$$n_{vca} = TGM * P_{veicoli\ comm} * P_{veic.corsia+carica} * P_{senso\ marcia} \quad [1]$$

dove $P_{veicoli\ commerciali}$ è pari al 100% (in quanto si sta lavorando sui dati di traffico dei soli mezzi commerciali) mentre per gli altri addendi bisogna far riferimento ai seguenti valori:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 26 DI 45

Percentuale di traffico per senso di marcia P_{sm}	
100%	TGM per senso di marcia
50%	TGM totale equiripartito per senso di marcia
70%	TGM con diverse ripartizioni stagionali

Percentuale veic. commerciali sulla corsia di calcolo P_{corsia}	
100%	Una corsia per senso di marcia
90%	Due corsie per senso di marcia
70%	Tre corsie per senso di marcia

In particolare P_{sm} assume valore 100% in quanto il T.G.M. già è calcolato per senso di marcia mentre P_{corsia} è uguale a 100%, in quanto, come già detto si ha una corsia per senso di marcia.

A questo punto è possibile calcolare T^N ovvero il numero di veicoli commerciali transitati nell'arco della vita utile N attraverso la formula [2]

$$T^N = n_{vca} \left[\frac{(1+r)^N - 1}{r} \right] * 3.65 \quad [2]$$

Il risultato di quanto sopra detto è sintetizzato nella tabella di calcolo 3.1.

Tab. 3.1: Numero di passaggi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile

Dati generali											
Strada	Categoria	Tipologia	TGM	P_{vc}	R	N	n_{corsie}	R_{tc}	P_{vcc}	n_{vca}	T^N
[-]	[-]	[-]	[veic/gg]	[%]	[%]	[anni]	[-]	[%]	[%]	[-]	[-]
NV09	Locale a dest. particolare Locale	Flessibile	110	100%	0,5%	20	1	100%	100%	40150	842.311,48

Il procedimento AASHTO consiste nel determinare il numero di assi standard (8,2 ton) che la pavimentazione può sopportare, raggiungendo un fissato grado di ammaloramento finale (PSIf).

Tale valore è funzione di vari parametri, come le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione, portanza del sottofondo ecc.

Questi assi devono essere confrontati con il traffico commerciale che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 27 DI 45

Poiché il traffico commerciale transitante si differenzia per il numero di assi, per il carico degli assi e per la tipologia, è necessario determinare il numero di assi standard equivalenti, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno, alla pavimentazione, degli assi dei veicoli realmente transitanti.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard.

Anche questi coefficienti sono funzione di alcuni parametri, come le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione, portanza del sottofondo.

Noti questi coefficienti, si calcola quello medio, che è funzione delle composizione del traffico sulla strada in esame.

Infine per determinare il numero di assi equivalenti che transiteranno sulla corsia più carica basta moltiplicare il coefficiente di equivalenza medio per il numero di veicoli commerciali che si stima transiteranno durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

La verifica consiste nel controllare che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della pavimentazione.

Sia $W_{8,2}$ il numero di passaggi di assi standard singoli da 8.2 tonnellate, sopportabile dalla pavimentazione.

Esso è legato a vari parametri attraverso la funzione regressione:

$$\log W_{8,2} = Z_R S_0 + 9.36 \log \left(\frac{SN}{2.54} + 1 \right) - 0.2 + \frac{\log \frac{PSI_i - PSI_f}{4.2 - 1.5}}{0.4 + \frac{1094}{\left(\frac{SN}{2.54} + 1 \right)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 3.056 \quad [3]$$

dove il modulo resiliente M_r è espresso in MPa (N/mm²).

Affidabilità

Il parametro relativo all'affidabilità R (Reliability) esprime la probabilità che il numero di applicazioni del carico N_T , che una pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un prefissato indice di servizio finale PSI_{fin} (parametro che rappresenta il grado di ammaloramento della sovrastruttura), sia maggiore o uguale al numero di applicazioni di carico N_T , che realmente sono applicati alla sovrastruttura, nel tempo di progettazione considerato T.

$$R_{\%} = 100 * Prob (N_t \geq N_T) \quad [4]$$

In altri termini, rappresenta la probabilità di sopravvivenza della pavimentazione.

L'AASHTO dà dei suggerimenti sul livello di affidabilità da assumere nel calcolo, in funzione del tipo e dell'ubicazione della strada, come riportato nella seguente tabella (Tab.5.1).

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	28 DI 45

Tab. 5.1: Livelli di affidabilità suggeriti per vari tipi di strade.		
Classifica funzionale	Livelli di affidabilità suggeriti [%]	
	Urbana	Extraurbana
Autostrade	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterie principali	80 - 99	75 - 95
Strade di scorrimento	80 - 95	75 - 95
Strade locali	50 - 80	50 - 80

Si può notare da tale tabella che il valore di affidabilità, varia da un minimo di 50 fino a 99,9 %, al fine di ottenere pavimentazioni che presentino una maggiore probabilità di sopravvivenza, rispetto a quelle calcolate con il metodo "AASHTO Interim Guide", il quale tiene conto implicitamente di un coefficiente di affidabilità pari al 50 %.

I valori più alti di affidabilità si adottano per strade di grande importanza per le quali si richiede una maggior vita utile della sovrastruttura, anche allo scopo di ridurre al minimo gli interventi di rifacimento del manto stradale, che sono causa di notevoli disagi per l'utenza.

All'interno della formula proposta dall'"AASHTO Guide", non compare direttamente il termine dall'affidabilità R, ma esso risulta legato al prodotto di due parametri, ovvero:

$$Z_R * S_0 \quad [5]$$

dove:

- S_0 è la deviazione standard della variabile $\delta_0 = \log N_t - \log N_T$ che definisce l'affidabilità R%. La variabile è di tipo aleatorio, con legge di probabilità normale, con media pari a δ_0 e deviazione standard pari proprio ad S_0 .
- Z_R è il valore della variabile standardizzata di δ_0 alla quale corrisponde la probabilità R%, che si abbiano valori ad esso superiori.

Per valori di $R > 50\%$, Z_R assume valori negativi, mentre si annulla per $R=50\%$.

Si riportano di seguito nella tabella 5.2, i valori assunti dalla variabile Z_R per un prefissato livello di affidabilità R.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	29 DI 45

Tab. 5.2: Affidabilità	
R [%]	Z_R [-]
50.0%	0.000
60.0%	-0.253
70.0%	-0.524
75.0%	-0.674
80.0%	-0.841
85.0%	-1.037
90.0%	-1.282
92.0%	-1.405
95.0%	-1.645
98.0%	-2.054
99.0%	-2.327
99.9%	-3.090

Per il caso in esame si è fissato un valore di affidabilità $R = 85\%$ a cui corrisponde $Z_R = -1.037$,

I valori di S_0 per pavimentazioni flessibili variano tra $0.4 \div 0.5$ ed in particolare di è adottato un valore pari a 0.45 .

Modulo Resiliente

E' un modulo di tipo dinamico che tiene conto del comportamento viscoelastico del materiale, che provoca delle deformazioni elastiche ritardate nel tempo sotto carichi variabili ciclicamente.

Tale modulo viene inserito all'interno del modello al fine di tener conto della portanza del sottofondo stradale; infatti a parità di carichi di traffico e di caratteristiche meccaniche dei materiali adoperati, un buon costipamento dello strato di sottofondo è in grado di ridurre lo spessore degli strati della pavimentazione, con tutto il risparmio che ciò comporta in termini economici, garantendo sempre alla sovrastruttura una buona resistenza ai carichi a cui essa è sottoposta.

La portanza dei terreni di sottofondo è la caratteristica meccanica, che influenza il sia il dimensionamento, che il comportamento della sovrastruttura.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	30 DI 45

Per portanza s'intende la capacità che il terreno di sottofondo ha di "soportare" i carichi, senza che si verifichino eccessive deformazioni.

Una variazione in esercizio della capacità portante determina una conseguente variazione dello strato deformativo nella pavimentazione e quindi si arrecherà in essa un certo danno.

La portanza del sottofondo può variare per tutta una serie di fattori, quali possono essere il contenuto d'acqua e la variazione delle condizioni climatiche legate soprattutto alla temperatura.

Nel metodo che stiamo trattando, si considera, all'interno dell'equazione fondamentale, il cosiddetto modulo resiliente effettivo M_r , che viene definito come quel valore del modulo, costante durante l'anno, per il quale il danno, o meglio ancora la variazione dell'indice di servizio PSI, è uguale al danno annuale cumulato, che si avrebbe considerando i valori assunti dai moduli resilienti dei diversi periodi climatici considerati.

Nel caso specifico, si prevede di realizzare uno strato di sottofondo di circa 30 cm costipato in modo da raggiungere un valore della prova AASHTO Standard $\geq 100\%$ ed un Modulo di deformazione $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ come previsto al punto 2.7.2 *Strato supercompattato per rilevati e le trincee stradali* dell'Allegato n.10.05 - *Capitolato per la Costruzione di opere civili Movimenti Terra* della Documentazione Contrattuale.

Con tale valore del Modulo di deformazione è possibile assumere il valore del Modulo Resiliente attraverso la relazione $M_r = (1.8 \div 2.1) M_d$. Il Modulo Resiliente varia tra i 90 N/mm^2 e i 105 N/mm^2

Nelle verifiche successive si assume un valore del Modulo Resiliente pari a quello minore di 90 N/mm^2 .

Structural Number

Nel metodo "AASHTO Guide" si tiene conto della resistenza strutturale della pavimentazione attraverso il parametro che va sotto il nome di "structural number".

Esso è funzione degli spessori degli strati s_i , della resistenza dei materiali impiegati rappresentata attraverso i coefficienti strutturali di strato a_i (structural layer coefficients) e della loro sensibilità all'acqua rappresentata attraverso i coefficienti di drenaggio m_i .

L'espressione analitica dello structural number è la seguente:

$$SN = \sum_1^n i a_i * s_i * m_i \quad [8]$$

dove:

- n è il numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;
- s_i è lo spessore dell' i -esimo strato costituente il pacchetto stradale;
- a_i è un coefficiente che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tale coefficiente è funzione del tipo e proprietà del materiale;
- m_i rappresenta il coefficiente di drenaggio dei materiali non legati.

Numerosi studi hanno evidenziato che i coefficienti strutturali, dipendono essenzialmente da una serie di fattori, quali le proprietà dei materiali, spessore e posizione dello strato e dal livello di traffico.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital Spa HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	31 DI 45

Mediante un approccio teorico basato sulla teoria del multistrato elastico e sulla base dei risultati dell' "AASHTO Road Test", l' "AASHTO Guide" ha fornito le correlazioni tra i coefficienti strutturali e i rispettivi moduli resilienti dei materiali.

Per ottenere i valori dei coefficienti a_i , si ricorre all'utilizzo dei nomogrammi forniti dall' "AASHTO Guide".

E' consigliabile ridurre i valori ottenuti da questi nomogrammi di circa il 5-10% per gli strati in conglomerato bituminoso, per tener conto della particolarità delle pavimentazioni italiane, come già detto prima.

Valori di riferimento per i diversi strati possono essere quelli riportati nella seguente tabella 5.3:

Materiale	Coeff. strutturale a_i			Coeff. drenaggio m_i
	Min	Max	Med	
Misto granulare	0.11	0.11	0.11	0.98
Misto granulare frantumato	0.13	0.14	0.14	0.98
Macadam	0.12	0.12	0.12	0.98
Misto bituminato	0.20	0.22	0.21	1.00
Cls bituminoso	0.25	0.30	0.28	1.00
Misto cementato	0.25	0.30	0.28	0.95
Misto legato con scorie	0.22	0.30	0.26	0.95
Terra stabilizzata con cemento	0.20	0.20	0.20	0.95
Pozzolana e calce	0.18	0.18	0.18	0.95
Binder	0.36	0.40	0.38	1.00
Usura normale	0.40	0.44	0.42	1.00
Usura grenue (antiskyd)	0.44	0.45	0.45	1.00
Usura drenante	0.42	0.44	0.43	1.00
Usura Splitt Mastix Asphalt (SMA)	0.43	0.44	0.43	1.00
Impermeabilizzante	0.00	0.00	0.00	1.00

Il valore del coefficiente di drenaggio per gli strati legati è posto uguale ad 1.

Noti gli spessori dei vari strati della pavimentazione è possibile calcolare il valore di SN, come riportato nelle tabelle a seguire.

strato	s	materiale	α	m	a_{nm}	a	SN
[-]	[cm]	[-]	[#]	[-]	[-]	[-]	[cm]
usura	4	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,420	0,420	7,49
binder	5	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,380	0,380	
base	8	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,280	0,280	
fondazione	16	misto granulare non legato	-	0,95	0,110	0,105	

Indice di servizio

L'indice di servizio PSI (present serviceability index), esprime il grado di ammaloramento delle pavimentazioni e varia tra 5 (pavimentazioni in ottime condizioni) a 0 (pavimentazioni in pessime condizioni).

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	32 DI 45

All'inizio della vita utile della pavimentazione l'indice PSI_i viene assunto mediamente pari a 4.2, per tener conto delle inevitabili imperfezioni costruttive, mentre al termine della vita utile, il valore del PSI_f da assumere dipende essenzialmente dal tipo di strada.

Per strade di modesta importanza si accetta il raggiungimento di un degrado maggiore rispetto a quelle di grande importanza.

Per i valori di PSI_f si è fatto riferimento alla tabella 5.5 riportata di seguito:

Tipo Strada	PSI_f
Di modesta importanza	1.50
Locali	2.00
Urbane di scorrimento	2.50
Extraurbane	2.50
Corsie preferenziali	2.50
Autostrade	3.00
Di grande comunicazione	3.00

nel caso specifico, considerando una strada extraurbana si è adottato un valore pari a 2.5.

Calcolo del traffico in assi standard

Occorre valutare il traffico commerciale (veicoli con carico per asse > 10 kN) che transitano sulla corsia più carica durante la vita utile (valore N8.2) attraverso spettri di traffico prevedibili per la strada di cui si vuole progettare la pavimentazione.

Poiché il traffico commerciale è costituito da veicoli con diverso numero e tipo di asse a diverso carico, bisogna calcolare gli assi standard equivalenti che provocano lo stesso danno degli assi dei veicoli reali introducendo il coefficiente di equivalenza.

$$N_{8.2} = n_{vca} \left[\frac{(1+r)^N - 1}{r} \right] * 3.65 * C_{SN} = T^N * C_{SN} \quad [10]$$

La prima parte della formula [10], ovvero il numero di veicoli commerciali transitanti sulla corsia più lenta, alla fine della vita utile (TN), è già stata determinata nei capitoli precedenti.

Occorre ora determinare il numero di assi standard equivalenti e per far ciò bisogna stabilire il valore del coefficiente di equivalenza C_{SN} e per far ciò si fa riferimento allo spettro di traffico suggerito dalle stime effettuate, qui di seguito riportato.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 33 DI 45

Spettro di traffico								
Veicolo [-]	Tipo [#]	n [%]	asse [-]	P [kN]	B _i [#]	A _i [#]	CSN _i [#]	n · CSN _i [#]
autocarri leggeri	1	45,0%	S	10	0,403	3,332	0,00047	0,00021
			S	20	0,416	2,253	0,00558	0,00251
	2	0,0%	S	15	-	-	-	-
			S	30	-	-	-	-
autocarri medi e pesanti	3	6,0%	S	40	0,510	1,099	0,07964	0,00478
			S	80	1,276	0,000	1,00000	0,06000
	4	5,0%	S	50	0,612	0,742	0,18099	0,00905
			S	110	2,740	-0,548	3,53450	0,17672
autocarri pesanti	5	2,0%	S	40	0,510	1,099	0,07964	0,00159
			Tnd	160	1,276	-0,138	1,37554	0,02751
	6	2,0%	S	60	0,766	0,457	0,34881	0,00698
			Tnd	200	2,141	-0,517	3,28914	0,06578
autotreni e autoarticolati	7	3,0%	S	40	0,510	1,099	0,07964	0,00239
			S	90	1,658	-0,197	1,57249	0,04717
			S	80	1,276	0,000	1,00000	0,03000
			S	80	1,276	0,000	1,00000	0,03000
	8	2,0%	S	60	0,766	0,457	0,34881	0,00698
			S	100	2,141	-0,379	2,39116	0,04782
			S	100	2,141	-0,379	2,39116	0,04782
			S	100	2,141	-0,379	2,39116	0,04782
	9	1,0%	S	40	0,510	1,099	0,07964	0,00080
			Tnd	160	1,276	-0,138	1,37554	0,01376
			Tnd	160	1,276	-0,138	1,37554	0,01376
			S	60	0,766	0,457	0,34881	0,00698
10	2,0%	Tnd	180	1,658	-0,335	2,16303	0,04326	
		Tnd	200	2,141	-0,517	3,28914	0,06578	
11	1,0%	S	40	0,510	1,099	0,07964	0,00080	
		S	100	2,141	-0,379	2,39116	0,02391	
12	0,0%	Trd	240	1,276	-0,219	1,65758	0,01658	
		S	60	-	-	-	-	
		S	110	-	-	-	-	
		Trd	270	-	-	-	-	
mezzi d'opera	13	1,0%	S	50	0,612	0,742	0,18099	0,00181
			S	120	3,467	-0,707	5,09582	0,05096
			Trd	390	4,337	-1,076	11,90843	0,11908
autobus	14	10,0%	S	80	1,276	0,000	1,00000	0,10000
			S	40	0,510	1,099	0,07964	0,00796
	15	10,0%	S	100	2,141	-0,379	2,39116	0,23912
			S	60	0,766	0,457	0,34881	0,03488
	16	10,0%	S	80	1,276	0,000	1,00000	0,10000
			S	50	0,612	0,742	0,18099	0,01810
STANDARD	-	100%	S	80	1,276	-	-	1,47267

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 34 DI 45

Il coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale, caratterizzato da un peso P_i e tipologia T_i , e l'asse singolo standard da 8,2 ton ed è definito dalla seguente relazione:

$$C_{SNi} = C_{SN} (P_i, T_i, PSI_f, SN) = 10^{-A} \quad [11]$$

Il valore del coefficiente A vale:

$$A = \left\{ 4.79 \times [\log(18 + 1) - \log(0.225 \times P_i + T_i)] + 4.33 \times \log(T_i) + \frac{G}{B_i} - \frac{G}{B^*} \right\} \quad [12]$$

dove:

- P_i è il peso complessivo dell'asse o set di assi (singolo, tandem, tridem) in kN;
- T_i indica la tipologia dell'asse e assume valore 1 per assi singolo, 2 per assi tandem e 3 per assi tridem;
- B_i è un parametro funzione, anche tra le altre cose dello Structural number (SN), già determinato in precedenza; B_i l'espressione è la seguente:

$$B_i = 0.40 + \frac{0.081 \times (0.255 \times P_i \times T_i)^{3.23}}{\left(\frac{SN}{2.54} + 1\right)^{5.19} \times T_i^{3.23}} \quad [13]$$

- B^* è il valore che assume B_i per l'asse singolo da 8.2 ton =80 kN;
- G è un coefficiente funzione degli indici di servizio e vale:

$$G = \log \left(\frac{4.2 - PSI_f}{2.7} \right) \quad [14]$$

Per tanto detta n_i la percentuale relativa del veicolo i -esimo nello spettro di traffico considerato (ad esempio se il veicolo i -esimo ha una frequenza del 10%, n_i sarà uguale a 0,10) il coefficiente di equivalenza medio di tale spettro di traffico sarà uguale a:

$$C_{SN} = \sum_i (n_i \times C_{SNi}) \quad [15]$$

I calcoli svolti per la determinazione del coefficiente medio di equivalenza sono esposti nella tabella precedente ed il traffico commerciale che transitano sulla corsia più carica durante la vita utile è:

Traffico in assi standard				
PSI_i	PSI_f	G	CSN	$N_{8,2}$
[#]	[#]	[#]	[#]	[#]
4,2	2,5	-0,20	1,3546	1.140.970

Il Traffico Sopportabile

Noti i parametri di progetto di cui si è detto sopra è possibile determinare attraverso la formula di regressione [3], il traffico sopportabile in termini di assi standard equivalenti da 8,2 ton. In particolare tali parametri sono riassunti di seguito, ricordando che la vita utile è fissata pari a 20 anni e che le condizioni climatiche sono quelle tipiche dell'Italia meridionale (zone con clima asciutto e piogge estive frequenti):

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	35 DI 45

Calcolo della resistenza in assi standard					
R	Z _r	S ₀	Log (W _{8,2})	W _{8,2}	W _{8,2} > N _{8,2}
[%]	[#]	[#]	[#]	[#]	[-]
85,00%	-1,037	0,45	6,24	1.728.139	OK!

La verifica della pavimentazione risulta soddisfatta in quanto il numero W_{8,2} di passaggi di assi equivalenti da 8,2 tonnellate, sopportabili dalla pavimentazione, è maggiore del numero N_{8,2} di passaggi di assi equivalenti previsti nell'arco della vita utile della pavimentazione.

La vita utile della pavimentazione ovvero gli anni in cui la pavimentazione può sopportare il numero dei passaggi del tipo di traffico previsto è di 29 anni.

A parità di traffico, la pavimentazione del progetto definitivo sarebbe stata sufficiente per 27 anni.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	36 DI 45

12 ELEMENTI DI RITENUTA

12.1 La normativa vigente

La progettazione degli elementi di ritenuta per il progetto esecutivo è stata condotta in ottemperanza della normativa vigente, di cui si riporta un elenco dei dispositivi di legge pertinenti di seguito.

- D.M. 18/2/1992 n. 223:

Con il D.M. 223/92 il progetto delle barriere di sicurezza viene affrontato per la prima volta in termini di:

- adeguatezza strutturale della barriera, senza distacco di elementi;
- contenimento dei veicoli, senza ribaltamento o scavalcamento;
- sicurezza per gli occupanti del veicolo;
- traiettoria di rinvio del veicolo < 1/3 angolo di impatto.

Un aspetto di fondamentale importanza che viene introdotto nel presente decreto prevede che, per le nuove strade pubbliche extraurbane e per quelle urbane con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h, nonché nei casi di adeguamento di tratti significativi di tronchi stradali esistenti, oppure nei casi di ricostruzione e riqualificazione di parapetti di ponti e viadotti situati in posizione “pericolosa per l’ambiente esterno alla strada e per l’utente stradale”, i progetti esecutivi debbano essere obbligatoriamente dotati di un elaborato progettuale redatto da un ingegnere professionista.

- D.M. del 3 giugno 1998:

Le modifiche e le integrazioni introdotte dalla normativa in questione riguardano in particolare l’introduzione di nuovi sistemi di ritenuta quali gli attenuatori d’urto e i terminali speciali e la nuova classificazione e valutazione prestazionale dei dispositivi, primi fra tutti il Livello di contenimento (Lc) e l’Indice di severità dell’accelerazione (ASI).

- D.M. 21/06/2004 n. 2367

Con il presente decreto viene introdotta una nuova integrazione della norma che comporta un aggiornamento delle precedenti istruzioni tecniche e il recepimento ufficiale delle norme UNI EN 1317 (nelle parti 1, 2, 3, 4) che individuano la “classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d’urto e i relativi criteri di accettazione”.

- Circolare n° 62032 del 21/7/2010

Di notevole interesse è la Circolare n° 62032 del 21/7/2010 con la quale il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha chiarito alcune questioni sulla corretta applicazione delle norme relative alla progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

Gli aspetti trattati riguardano il campo di applicazione del D.M. 18/2/1992, le tipologie di barriere, la destinazione e gli sviluppi minimi delle installazioni, la classe minima del dispositivo, la corretta applicazione della larghezza operativa e dello spazio di lavoro, la protezione di punti singolari, l’adattamento dei dispositivi alla sede stradale e la conformità degli stessi e delle modalità di installazione (Manuale per l’utilizzo e l’installazione del prodotto).

- D.M. n.253 del 28/6/2011

Il 28/6/2011 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti emana il D.M. “Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”, necessario per regolamentare la transizione verso la marcatura CE per la caratterizzazione dei prodotti. In esso si stabilisce che, in virtù della norma europea armonizzata EN 1317, dal 1/1/2011 i dispositivi di ritenuta utilizzati e installati debbono essere dotati di marcatura CE rilasciata da un organismo notificato e di dichiarazione CE di conformità rilasciata dal produttore o dal mandatario.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	37 DI 45

Il Decreto prevede anche l'aggiornamento delle Istruzioni tecniche per l'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale, riguardante anche i controlli in fase di accettazione e di installazione dei dispositivi medesimi, precisando che nel frattempo restano in vigore le Istruzioni del D.M. 21/6/2004.

➤ D.M. del 1/4/2019: Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)

Il decreto disciplina l'installazione dei dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM) sulle barriere metalliche. I dispositivi devono essere montati sulle barriere metalliche installate o da installare lungo il ciglio esterno della carreggiata su tutte le strade ad uso pubblico nei tratti di curva circolare aventi un raggio minore di 250 m. Il tratto da proteggere si estende oltre la curva circolare alle due estremità di almeno R/10 m e comunque non inferiore a 10 m.

12.2 I dispositivi di ritenuta adottati per il progetto esecutivo

Nel progetto definitivo si era optato per i dispositivi di sicurezza riportati nelle tabelle seguenti – differenziati per ciglio sinistro e destro –.

Tabella 12.1 – Barriere di sicurezza

Ciglio [-]	Tipologia [-]	Lunghezza [m]
sinistro	bordo laterale classe H1	90
destro	bordo laterale classe H1	60

La strada di collegamento per la fermata Triggiano è per il primo tratto di 30m una strada extraurbana. dopo l'intersezione con la rotonda, e per il rimanente tratto una strada urbana con marciapiedi laterali che raggiungono i parcheggi antistanti la nuova fermata ferroviaria.

Nella progettazione esecutiva si prevede di installare barriere solo nel tratto extraurbano utilizzando le stesse barriere H2BL previste lungo il ciglio della rotonda dell'intervento NV08 .

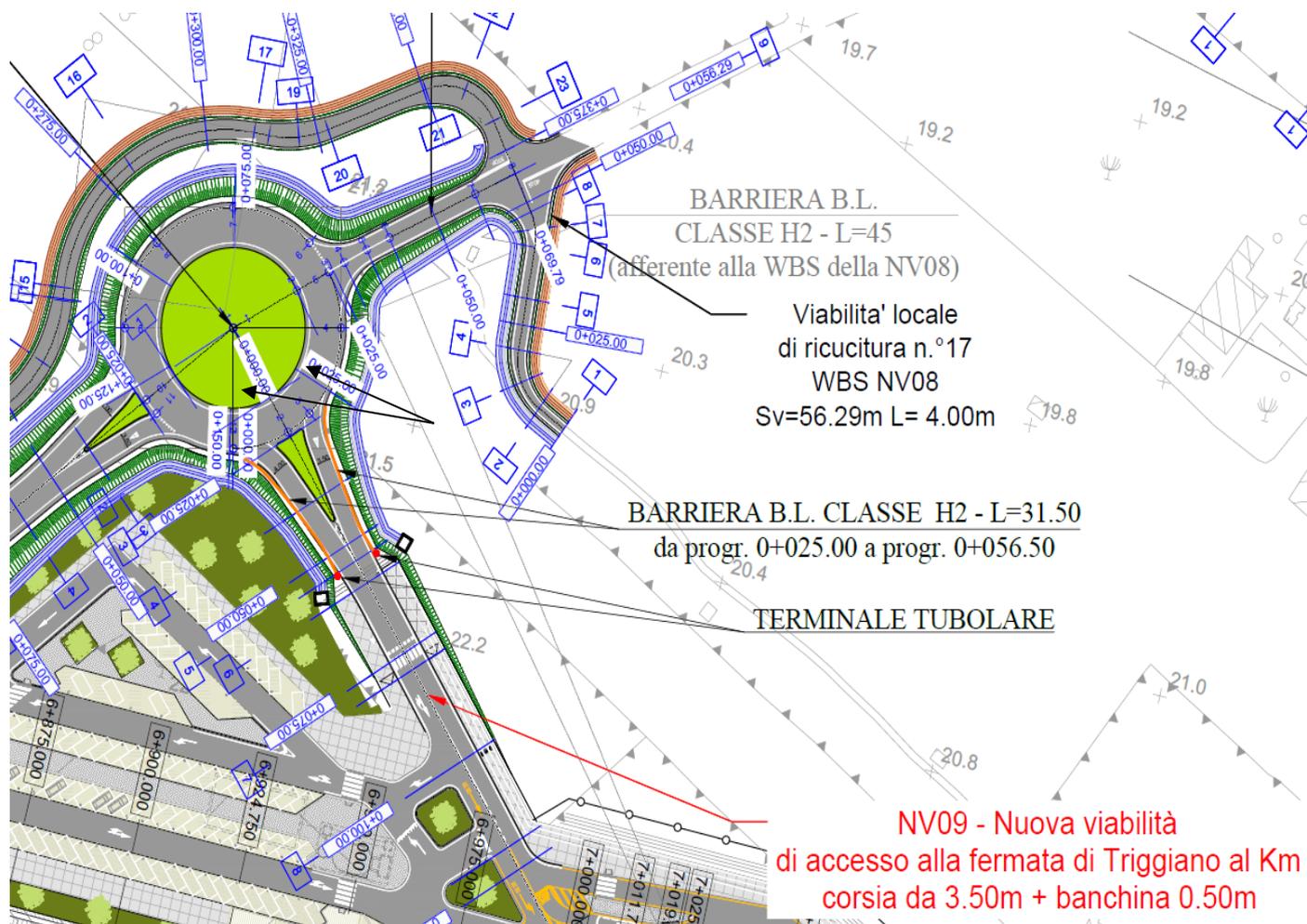
Prevedendo l'impiego di barriere tipo "Anas", i dispositivi di ritenuta da installare sono:

- bordo laterale, classe H2 (W5) interasse 2.25m: lungo il tratto extraurbano in rilevato di altezza superiore ad 1 m con uno sviluppo totale di 63 m (31.5x2);

Tabella 12.2 – Dispositivi di sicurezza utilizzati

Barriera [-]	Lunghezza [m]	N° [#]
H2BL	63	-
terminale tubolare	-	2

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital Spa HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 38 DI 45



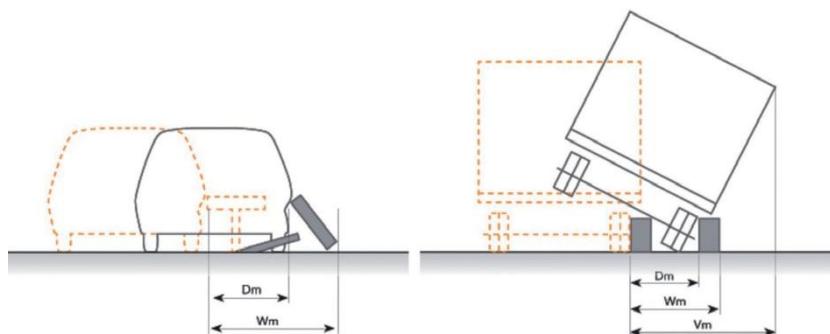
12.3 Verifica degli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e dei veicoli

I parametri relativi agli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e del veicolo sono:

- Deflessione Dinamica (Dm), definita come “il massimo spostamento dinamico trasversale del fronte del sistema di contenimento”;
- Larghezza operativa (Wm), definita come “la distanza tra la posizione iniziale del fronte del sistema di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema”;
- Intrusione del veicolo (VIm), tipica degli autocarri, la quale misura la distanza tra la posizione iniziale del fronte lato strada della barriera di sicurezza e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del veicolo.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	39 DI 45

Figura 12.1 – Schematizzazione di deflessione dinamica D_m , larghezza operativa W_m e intrusione del veicolo V_m



In fase di progettazione, i valori assunti dai suddetti parametri consentono di definire le distanze da mantenere davanti agli ostacoli per permettere al sistema di fornire adeguate prestazioni. I livelli di larghezza operativa e di intrusione definiti dalle norme vigenti sono riportati nelle tabelle seguenti:

Tabella 12.3 – Livelli di larghezza operativa definiti dalle norme vigenti

Classi con larghezza operativa normalizzata	W_m
[-]	[m]
W1	$\leq 0,6$
W2	$\leq 0,8$
W3	$\leq 1,0$
W4	$\leq 1,3$
W5	$\leq 1,7$
W6	$\leq 2,1$
W7	$\leq 2,5$
W8	$\leq 3,5$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 40 DI 45

Tabella 12.4 – Livelli di intrusione definiti dalle norme vigenti

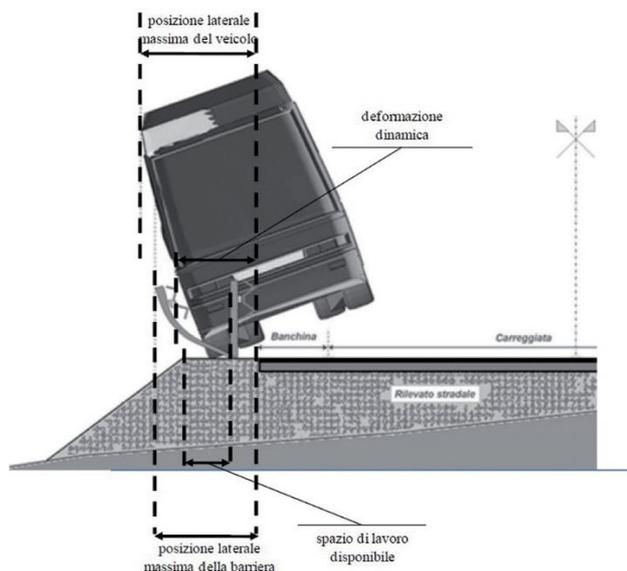
Classi di intrusione veicolo normalizzati	VIm
[-]	[m]
VI1	≤ 0,6
VI2	≤ 0,8
VI3	≤ 1,0
VI4	≤ 1,3
VI5	≤ 1,7
VI6	≤ 2,1
VI7	≤ 2,5
VI8	≤ 3,5
VI9	> 3,5

Adottando barriere certificate con larghezza operativa W5 ($W_m < 1.70m$), in futuro si potranno ubicare eventuali pali di illuminazione a una distanza superiore a 2.10 m dalla piattaforma stradale.

12.4 Verifica della configurazione geometrica dell'arginello per barriere sul bordo laterale

Nella progettazione delle barriere occorre assicurare un adeguato spazio di lavoro, finalizzato a garantire, sulle strade esistenti, la larghezza cinematica necessaria al veicolo in svio, ma non la resistenza meccanica in caso di impatto. Tale grandezza – schematizzata nella figura seguente nel caso di rilevato stradale – si riferisce alle condizioni di appoggio del veicolo in svio, affinché queste siano sufficienti per il corretto funzionamento della barriera; di converso, la deformazione dinamica e la larghezza operativa si riferiscono al comportamento del sistema in presenza di un veicolo in svio anche nelle sue parti in elevazione.

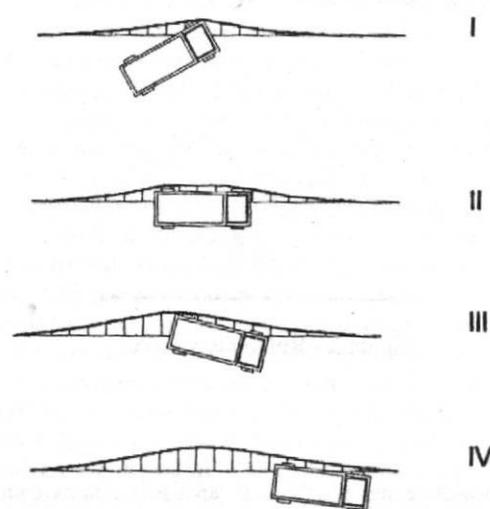
Figura 12.2 – Schematizzazione del mezzo in svio



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	41 DI 45

La verifica della configurazione geometrica dell'arginello, in presenza di barriere installate su di esso, è finalizzata a valutare le condizioni di rollo di un mezzo in svio verso il margine del rilevato dopo l'urto.

Qualsiasi siano l'angolo e la velocità d'impatto con cui un veicolo fuori controllo urta la barriera, a seguito della collisione, ruota in modo da disporsi parallelo all'asse della barriera. Contemporaneamente, barriera e veicolo si deformano nel punto o nella zona di contatto. In questa fase diminuisce la componente della velocità trasversale alla sua direzione di marcia. Alla fine del movimento di rotazione il veicolo si dispone parallelo alla barriera, la quale raggiunge la sua massima deformazione. In questo momento la componente trasversale della velocità si è annullata. Nell'istante successivo il veicolo si allontana dalla barriera con una componente di velocità trasversale che dipende dall'eventuale restituzione di deformazione da parte della barriera.



La verifica è basata su considerazioni inerenti alla stabilità trasversale del veicolo impattante che, a seguito dell'urto, si può trovare a percorrere la scarpata del rilevato per effetto della presenza di un arginello di dimensioni ridotte rispetto alla deformazione sotto urto della barriera.

La posizione del mezzo durante l'urto dipende, oltre che dalla configurazione della scarpata, dalla deformazione trasversale dinamica della barriera (la massima registrata durante la prova di crash) e dalla configurazione geometrica del mezzo impattante.

Per quanto concerne il mezzo in svio, le verifiche sono state effettuate facendo riferimento allo spostamento dinamico trasversale del fronte del sistema di contenimento (Deflessione Dinamica) desunto dal crash-test TB51 (Autobus), TB61 (Autocarro) e TB81 (Autoarticolato) delle barriere di progetto adottate.

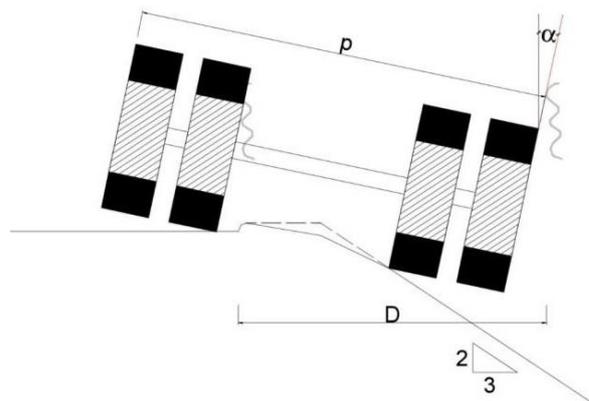
Tabella 12.5 – Verifiche del mezzo in svio

Classe Barriera	Prova effettuata	Velocità	Angolo d'impatto	Massa del veicolo	Tipo di veicolo	Deformazione Dinamica
[-]	[-]	[km/h]	[°]	[kg]	[-]	[m]
H2BL	TB51	70	20	13000	Autobus	1.60m
H2BP	TB51	70	20	13000	Autobus	1.00m
H3BP	TB61	80	20	16000	Autocarro	1.20m
H4BP	TB81	65	20	38000	Autoarticolato	1.10m

Per verificare la stabilità del mezzo in svio è necessario stimare l'angolo d'inclinazione del mezzo (α) nell'ipotesi che il veicolo mantenga il contatto con la superficie stradale e con quella dell'arginello (o della scarpata) e che non avvenga la rottura dell'asse del veicolo stesso.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	42 DI 45

Figura 12.3 – Schematizzazione del mezzo in svio; D , p e α sono rispettivamente deformazione dinamica della barriera, distanza tra i punti più esterni delle ruote e angolo d'inclinazione del veicolo impattante



L'angolo d'inclinazione del mezzo è da calcolare per le barriere di riferimento, stimando (per ogni classe) l'accelerazione trasversale conseguente all'inclinazione del mezzo. I valori limite di accelerazione trasversale per i quali si considera assai probabile il ribaltamento di un mezzo pesante sono stati assunti, in campo dinamico, pari a 0.2-0.3 g.

La larghezza massima di un veicolo pesante commerciale è 2.50 m. La larghezza di un veicolo sulla carreggiata dopo un incidente su una barriera bordo laterale H2 con deformazione dinamica di 1.6m risulta di 0.90 m (2.5-1.6), maggiore della larghezza delle ruote gemellate di sinistra dell'autobus (0.70 m).

L'arginello è largo 1.25 e la pendenza del rilevato è di 3/2 (orizzontale/verticale). Le ruote di destra del veicolo si abbassano di 23 cm

$$\frac{1.60 - 1.25}{1.5} = 0.23$$

e il veicolo si inclina sulla scarpata del 14.4%,

$$\frac{0.23}{1.60} \cdot 100 = 14.375$$

con un angolo di inclinazione di 8.2°, senza ribaltarsi.

Inoltre, la bozza pre-normativa delle nuove istruzioni tecniche dei criteri di installazione delle barriere di sicurezza stradali – redatta nel 2014 ma non ancora approvata –, fornisce, nel caso le prove al vero non siano state realizzate su rilevato, ma in piano (come è il test delle barriere Anas), una semplice verifica della tenuta dell'arginello a sopportare il passaggio delle ruote di un mezzo pesante durante la fase di deformazione della barriera (dopo l'impatto), quando il veicolo rallenta e striscia sulla barriera muovendosi parallelo alla barriera oltre il ciglio stradale.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	43 DI 45

Figura 12.4 – Prova di crash test



Le istruzioni pre-normative stabiliscono (art.7- Criteri di progettazione- C.1 Margine esterno) che *“la larghezza del tratto sub-orizzontale dell’arginello, necessario per garantire la stabilità del veicolo in svio, deve essere almeno pari alla deflessione dinamica massima della barriera, ridotta di 70 cm per le prove con veicoli pesanti e di 20 cm per le prove con i veicoli leggeri”*.

Gli arginelli previsti in progetto hanno una larghezza minima di 1.25m. La deformazione dinamica massima delle barriere adottate, relativa alla barriera Anas H2BL è pari a 1.60 m. Lo spazio necessario per garantire la stabilità del veicolo in svio risulta di 0.90m,

$$1.60 - 0.70 = 0.90$$

inferiore a 1.25 m dello spazio disponibile sul margine laterale. Dunque, con le scelte progettuali delle barriere e della configurazione geometrica dell’arginello e del rilevato viene scongiurato il pericolo di instabilità del mezzo in svio e viene garantita anche un’idonea larghezza del rilevato a tergo della barriera per movimentare la spinta passiva necessaria per il corretto funzionamento della barriera bordo rilevato.

12.5 Terminali

La strada di collegamento extraurbana per la fermata Triggiano diventa strada urbana con marciapiedi laterali dopo 30m dall’intersezione con la rotatoria . Le barriere vengono installate solo nel tratto extraurbano. I terminali sono del tipo “a tubo” posti all’inizio del marciapiede.



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0900 001	D	44 DI 45

13 SEGNALETICA

Allo scopo di consentire una buona leggibilità del tracciato in tutte le condizioni climatiche e di visibilità e garantire informazioni utili per l'attività di guida, è stata prevista una segnaletica stradale orizzontale conforme alle prescrizioni contenute nel Nuovo Codice della Strada valide per le strade di Categoria F.

La segnaletica verticale ha previsto segnali di precedenza, divieto e obbligo ed è stata progettata come da Normativa di riferimento e comunque con criteri che, in relazione alla condizione locale, garantiscano la chiarezza di percettibilità ed inducano l'utenza ad un comportamento consono all'ambiente stradale. Trattasi, nello specifico, degli articoli riportati nella tabella seguente. Per il relativo posizionamento planimetrico, si rimanda agli elaborati di "Planimetria segnaletica".

Tabella 13.1 – Segnaletica verticale

Articolo [-]	Descrizione [-]	Tipo [-]	N° [#]
Figura II 83 Art. 122	Passaggi consentiti	Obbligo	1
Figura II 47 Art. 116	Senso vietato	Divieto	2
Figura II 48 Art. 116	Divieto di sorpasso	Divieto	1
Figura II 50 Art. 116	Limite massimo di velocità	Divieto	1
Figura II 75 Art. 120	Divieto di fermata	Divieto	1
Figura II 37 Art. 107	Dare precedenza stop	Precedenza	1
Figura II 84 Art. 122	Rotatoria	Obbligo	1
Figura II 472 Art. 177	Delineatore speciale di ostacolo	Complementari	3
Figura II 82/b Art. 86	Passaggio obbligatorio a destra	Obbligo	1
Figura II 303 Art. 135	Attraversamento pedonale	Utili per la guida	2

Quanto alla segnaletica orizzontale, sono invece previsti gli elementi riportati nella tabella che segue.

Tabella 13.2 – Segnaletica orizzontale

Articolo [-]	Descrizione [-]
Figura II 428 Art. 141	Strisce di margine
Figura II 428 Art. 140	Strisce di corsia
Figura II 433 Art. 144	Dare precedenza
Figura II 473 Art. 179	Rallentatori ottici
Figura II 446 Art. 150	Isole di traffico
Figura II 434 Art. 145	Attraversamento pedonale

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital Spa HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV09 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0900 001	REV. D	FOGLIO 45 DI 45

14 VIABILITÀ PROVVISORIA DURANTE LE FASI REALIZZATIVE

L'intervento NV09 verrà realizzato dopo l'intervento NV08 senza richiedere alcuna interruzione o deviazioni al traffico abituale.

La rotonda, la strada di adeguamento di Marina Vecchia e tutte la viabilità di ricucitura sono state completate nell'intervento precedente (NV08) sono state aperte al traffico.

