

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE: MANDATARIA



MANDANTE



REGENTRA



PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

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

RELAZIONE TECNICA

NV12 - Strada San Marco km 8+056,74

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 NV1200 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	
B	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-000000068	G. De Martino	Ott. 2021	G. Di Marco	Ott. 2021	M. Rasimelli	Ott. 2021	
C	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-0000000229	G. De Martino	Feb. 2022	G. Di Marco	Feb. 2022	M. Rasimelli	Feb. 2022	
D	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-0000000423	G. De Martino	Giu. 2022	G. Di Marco	Giu. 2022	M. Rasimelli	Giu. 2022	

File: IA3S01EZZRHNV1200001D

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	2 DI 60

INDICE

1	PREMESSA	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3.1	Elenco documenti.....	6
4	INQUADRAMENTO FUNZIONALE	8
5	CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI.....	10
6	SEZIONE TRASVERSALE	11
7	ANDAMENTO PLANIMETRICO	13
7.1	Diagramma di velocità.....	13
7.1.1	<i>Lunghezza di transizione</i>	<i>14</i>
7.1.2	<i>Distanza di riconoscimento</i>	<i>14</i>
7.1.3	<i>Costruzione del diagramma delle velocità</i>	<i>14</i>
7.2	Verifica andamento planimetrico	16
8	ANDAMENTO ALTIMETRICO	17
8.1	Verifica andamento altimetrico	18
9	ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA PER ISCRIZIONE DEI VEICOLI IN CURVA	21
10	SOVRASTRUTTURA STRADALE.....	22
10.1	Previsione del numero di passaggi dei veicoli >3t	22
10.2	Previsione della composizione dei veicoli >3t.....	22
10.3	Previsione dell'incremento annuo del numero di passaggi dei veicoli >3t	24
10.4	Verifica della pavimentazione stradale	25
11	ELEMENTI DI RITENUTA.....	37
11.1	La normativa vigente	37
11.2	I dispositivi di ritenuta adottati per il progetto esecutivo	38
11.3	Verifica degli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e dei veicoli	43
11.4	Verifica della configurazione geometrica dell'arginello per barriere sul bordo laterale	44
11.5	Le transizioni fra le barriere	48
11.6	Terminali	51
12	SEGNALETICA.....	53
13	VIABILITÀ PROVVISORIA DURANTE LE FASI REALIZZATIVE	54

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 3 DI 60

14 VERIFICHE DI VISIBILITÀ IN CORRISPONDENZA DELLE INTERSEZIONI 58

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	4 DI 60

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 viabilità che, nell'ambito della progettazione definitiva, è stata definita "*Nuova Viabilità Strada San Marco (NV12)*", collocata al *km 8+056,74* del tracciato ferroviario di progetto RFI.

La suddetta viabilità, localizzata nel comune di Triggiano, costituisce una mera variante altimetrica di un tratto della già esistente strada San Marco. L'aumento dell'attuale piano stradale è scaturito dalla necessità di "scavalcare" la linea ferroviaria di progetto RFI al fine di ripristinare il collegamento esistente di via San Marco con la rete stradale ordinaria. L'intervento interesserà un tratto di circa 300 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	5 DI 60

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è la descrizione tecnica della viabilità inserita nell'ambito del Progetto Definitivo della Variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare della Linea Bari-Lecce – Riassetto Nodo di Bari ivi definita "Nuova Viabilità Strada San Marco (NV12)", collocata al *km 8+056,74* 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	6 DI 60

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 Elenco documenti

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.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":

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	7 DI 60

- 3. Criteri generali di progettazione;
- 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	8 DI 60

4 INQUADRAMENTO FUNZIONALE

L'attuale strada locale è larga circa 3.30 m, è pavimentata in conglomerato bituminoso e non dispone di fossi di guardia laterali. La velocità massima possibile per i veicoli è inferiore a 30 km/h.

Figura 4.1 – Strada locale a destinazione particolare San Marco - lato mare: stato di fatto

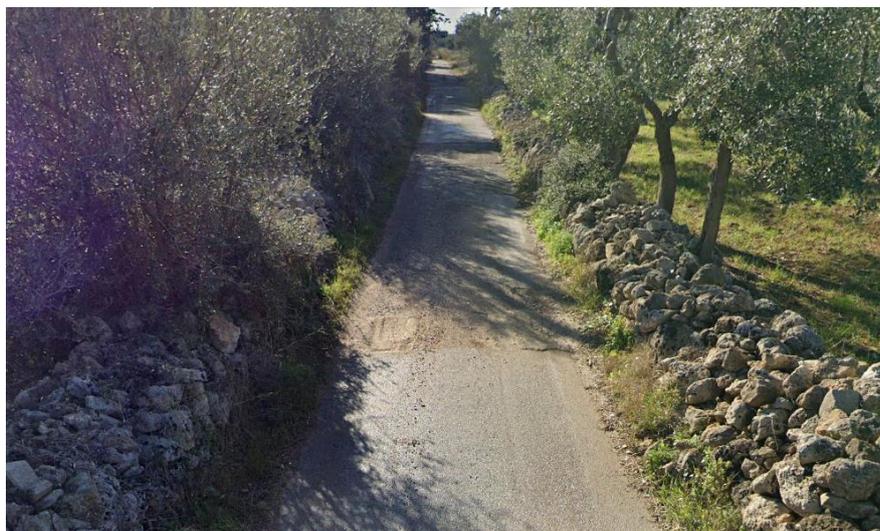
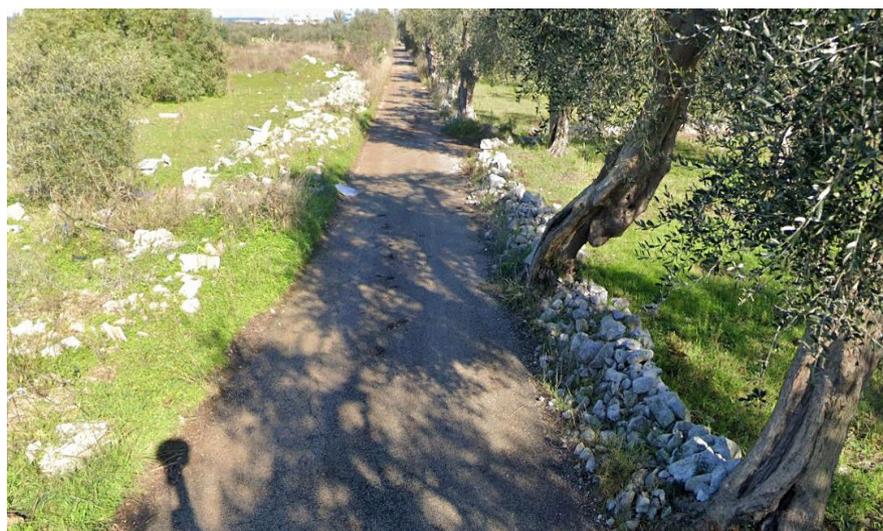


Figura 4.2 – Strada locale a destinazione particolare San Marco - lato monte: stato di fatto

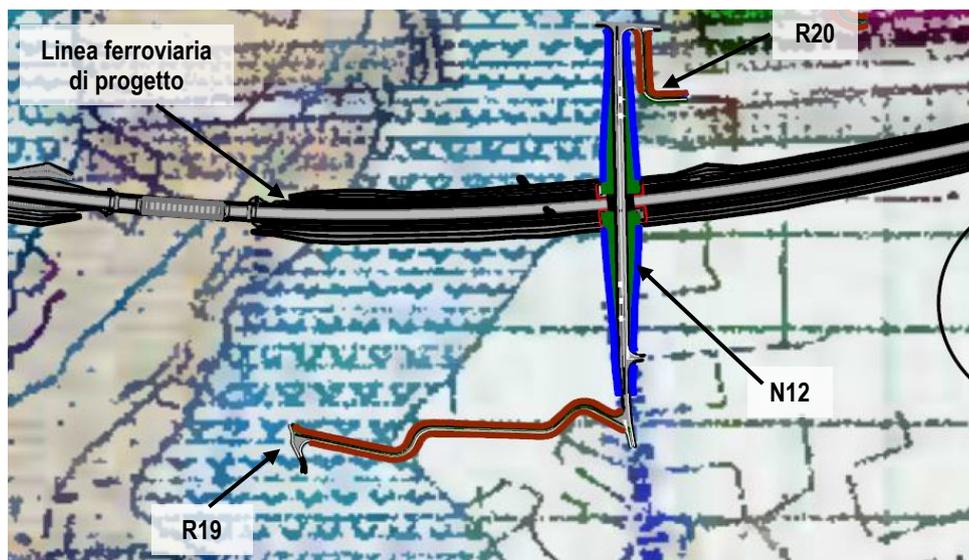


Il contesto territoriale attraversato dalla viabilità in oggetto è caratterizzato attualmente dalla presenza di alcune case sparse, prevalentemente ad uso residenziale, localizzate in un ambito extraurbano.

Il piano regolatore di Triggiano prevede, per l'intervento di progetto, che parte della Strada San Marco – quella che porta alla SS16bis – venga utilizzata come strada al servizio delle attività terziarie (aree produttive della zona di San Giorgio e aree produttive commerciali) previste a monte della Statale.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 9 DI 60

Figura 4.3 – Inquadramento funzionale su PRG



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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	10 DI 60

5 CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Come anticipato in premessa, l'intervento di progetto è una mera variante altimetrica di un limitato tratto stradale dell'attuale via San Marco, utilizzata attualmente per l'accesso ai fondi agricoli e ad alcune case isolate presenti lungo tale strada.

L'incremento della quota dell'attuale piano stradale è scaturito dalla necessità di attraversare la linea ferroviaria di progetto RFI in corrispondenza del km 8+056,74 su galleria artificiale (cfr. opera GA06).

L'intervento di adeguamento del tratto di via San Marco, previsto nel progetto definitivo, si inquadra come "strada locale a destinazione particolare", secondo quanto indicato nel punto 3.5 del D.M. 05/11/2001, per il quale *"non sono applicabili le caratteristiche compositive fornite dalla tabella 3.4.a-Composizione della carreggiata"*

L'andamento planimetrico del tracciato ricalca in maniera abbastanza fedele quello della strada esistente, mentre quello altimetrico è stato definito in modo che fosse compatibile con i seguenti vincoli:

- quota dell'estradosso della galleria artificiale (GA06) prevista lungo la linea ferroviaria in corrispondenza del km 8+056,74;
- congruenza in corrispondenza dei tratti di raccordo con la sede stradale attuale.

Per l'inserimento della viabilità in oggetto in un contesto caratterizzato dai vincoli di cui sopra, è stata assunta, dal progetto definitivo, come velocità di progetto del tratto stradale della via San Marco da adeguare, un valore pari a 50 km/h.

Sulla base di tale valore, sono stati definiti le caratteristiche degli elementi geometrici del tracciato (larghezza delle corsie e delle banchine, pendenze trasversali e longitudinali, curve planimetriche a raggio costante e variabile e gli elementi marginali della sede stradale) in modo da essere conformi alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 e sono state verificate, per tale velocità massima, le condizioni di visibilità su tutto il tratto strada da adeguare.

Al tratto stradale in oggetto è assegnato un divieto di sorpasso ed un limite di velocità di 40 km/ora, su entrambe le direzioni di marcia, evidenziato con la rispettiva segnaletica verticale di divieto (fig48 e fig50), previsti dal Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	11 DI 60

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 2.75 metri ciascuna e banchine laterali di 1.00 metro; la larghezza complessiva della piattaforma stradale è, quindi, pari a 7.50 m.

La NV12 si sviluppa interamente in rettilineo; la piattaforma stradale è a doppia falda inclinata verso l'esterno con pendenza trasversale pari a 2,5%.

Ai margini del nastro stradale vi sarà un arginello di 1.25 m (delimitato da un cordolo in cls vibrocompresso, con fondazione in c.a.), all'interno del quale viene infissa la barriera di sicurezza del tipo bordo laterale, ove necessario.

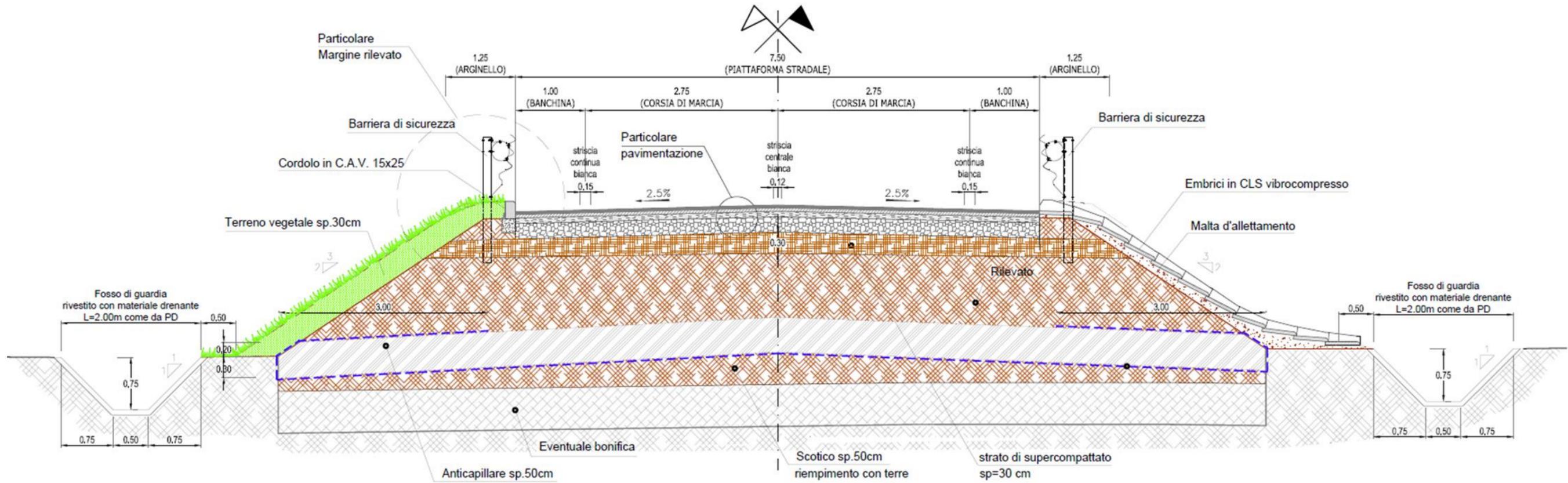
L'intera viabilità NV12 si sviluppa in rilevato, i cui paramenti inclinati saranno caratterizzati da una pendenza pari a 2/3. Il paramento del rilevato è rivestito con uno strato di terreno vegetale dello spessore di 30 cm per limitare i fenomeni erosivi e preservarne l'integrità.

Il drenaggio della piattaforma stradale è assicurato da un set di embrici in calcestruzzo vibrocompresso, 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.

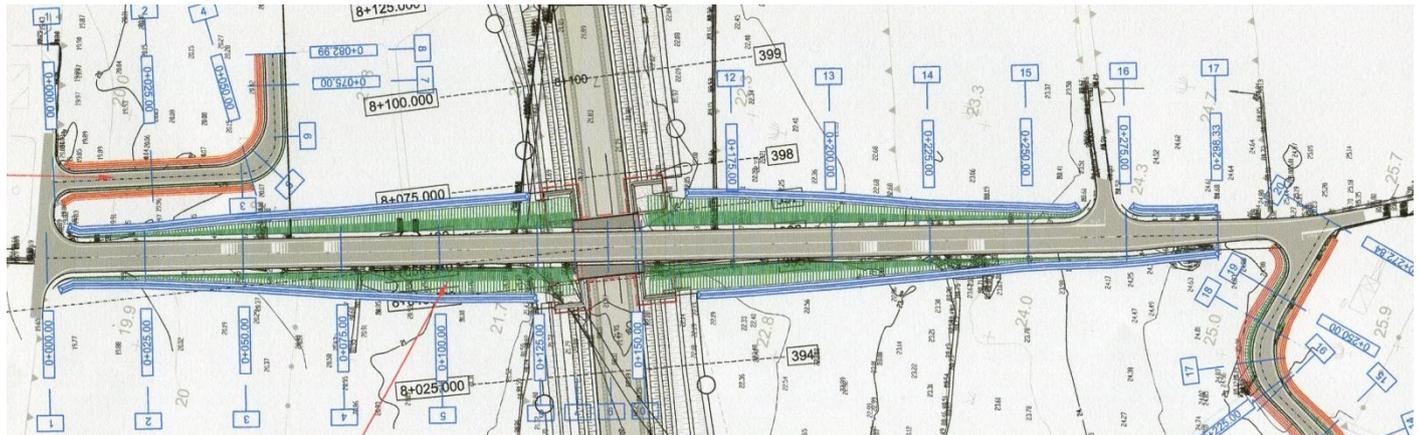
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	12 DI 60

Figura 6.1 – Sezione trasversale tipologica



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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	13 DI 60

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	R	A	Scost.	Coordinate		Azimuth	Dev.
[#]	[-]		[m]	[m]	[#]		E	N	[°]	[°]
		I 0+000.00		-	-		2684376.66	4550309.07	198.78	
1	Rettifilo		298.33							0
		F 0+298.33		-	-		2684382.36	4550010.79	198.78	

ove le righe contrassegnate con I ed F corrispondono rispettivamente ai punti iniziali e finali degli elementi planimetrici.

Lungo i tratti in rettilifilo, la piattaforma stradale è a due falde, inclinate verso l'esterno, con pendenza trasversale pari a $q=2,5\%$.

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:

- in rettilifilo 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

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	14 DI 60

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 50 km/ora ed una velocità massima di 30 km/ora sulla strada esistente, si ha: $D_T = (20 \times 40) / (12.96 \times 0.8) = 77.16 \text{ m}$

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 50 km/ora si ha $D_r = 12 \times 50 \times 1000 / 3600 = 166.67 \text{ m}$

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:

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

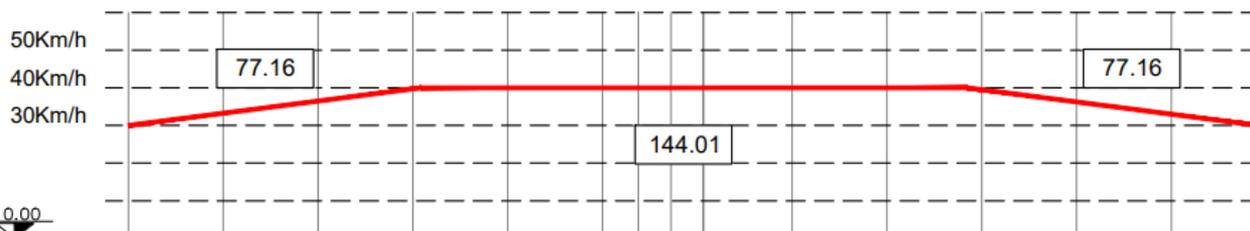
Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	15 DI 60

NV12 – Relazione tecnica



Numero sezioni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Distanze parziali		25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	9.42	8.58	8.56		23.42	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	23.33
Distanze progressive	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00	125.00	134.42	143.00	151.56		175.00	200.00	225.00	250.00	275.00	298.33	
Quote del terreno	19.68	20.06	20.56	20.97	21.35	21.70	21.78	21.92	22.17		22.57	22.94	23.36	23.80	24.31	24.83	
Quote Progetto	19.70	20.51	21.90	23.40	24.90	26.04	26.37	26.48	26.58		26.46	25.75	24.88	24.35	24.42	24.84	
Q.te terreno - progetto	-0.02	-0.45	-1.34	-2.43	-3.55	-4.34	-4.59	-4.56	-4.41		-3.89	-2.81	-1.52	-0.55	-0.11	-0.01	
Andamento planimetrico	L= 298.33																
Elementi livellette	D= 7.46 L= 124.28 P= 6.00% S= 124.50					D= -3.67 L= 104.85 P= -3.50% S= 104.92					D= 0.96 L= 47.66 P= 1.80% S= 47.66						
Sopraelevazione cigli	SX ----- DX -2.50% -----																

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	16 DI 60

7.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 sulla lunghezza dei rettifili è riportata nella tabella seguente in cui la lunghezza minima è quella che consente al conducente di percepire il tratto rettilineo (40m per velocità di 50km/ora) e la lunghezza massima è pari a al prodotto della velocità del tratto per 22.

Tabella 7.2 – Verifica andamento planimetrico

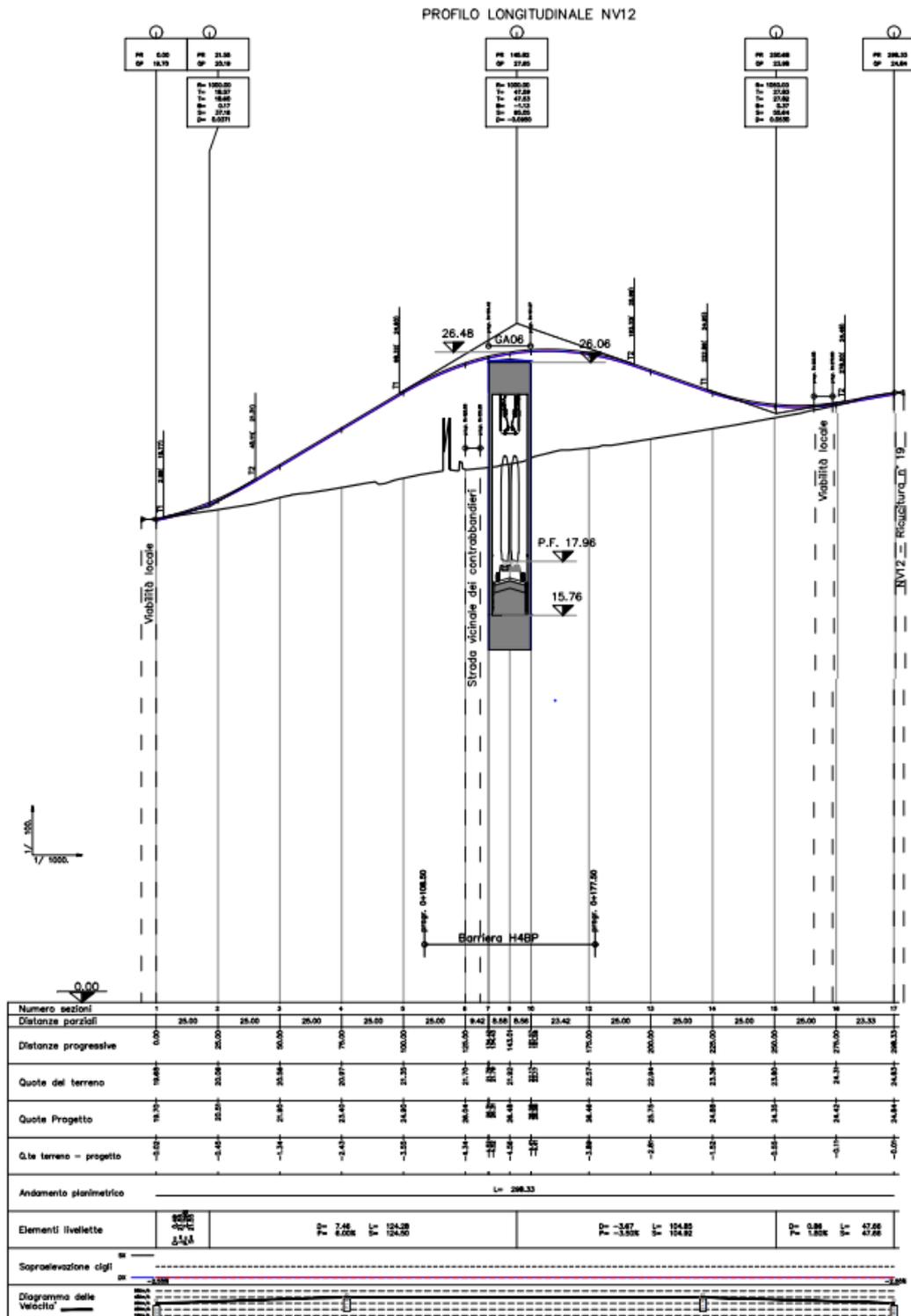
N°	L	V	L _{min}	L _{max}	L _{min} < L < L _{max}
[#]	[m]	[km/h]	[m]	[m]	
1	298.33	50	40	1100	VERIFICATO

Dato che il tracciato planimetrico è composto da un unico rettilineo, non è necessario condurre alcuna verifica delle distanze di visuale libera planimetrica 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	17 DI 60

8 ANDAMENTO ALTIMETRICO

L'andamento altimetrico è composto dalla successione degli elementi riportati nella tabella 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 18 DI 60

Tabella 8.1 – Andamento altimetrico

1	LIVELLETTA	Distanza:	21.55	Sviluppo:	21.55	Diff.Qt.:	0.49	Pendenza [%]:	2.29
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	0+000.00	Quota 1	19.70	Prog.2	2.99	Quota 2	19.77
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	0+000.00	Quota 1	19.70	Prog.2	21.55	Quota 2	20.19
2	PARABOLA	Distanza:	-98.89	Sviluppo:	37.16	Raggio:	1000	Tangente:	18.60
		Freccia:	0.17	Raccordo:	concavo				
	ESTREMI	Prog.1	2.99	Quota 1	19.77	Prog.2	40.11	Quota 2	21.31
	VERTICE	Prog	21.55	Quota	20.19				
3	LIVELLETTA	Distanza:	124.28	Sviluppo:	124.50	Diff.Qt.:	7.46	Pendenza [%]:	6.00
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	40.11	Quota 1	21.31	Prog.2	98.32	Quota 2	24.8
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	21.55	Quota 1	20.19	Prog.2	145.82	Quota 2	27.65
4	PARABOLA	Distanza:	3.01	Sviluppo:	95.05	Raggio:	1000	Tangente:	47.59
		Freccia:	-1.13	Raccordo:	convesso				
	ESTREMI	Prog.1	98.32	Quota 1	24.80	Prog.2	193.33	Quota 2	25.99
	VERTICE	Prog	145.82	Quota	27.65				
5	LIVELLETTA	Distanza:	104.85	Sviluppo:	104.92	Diff.Qt.:	-3.67	Pendenza [%]:	-3.50
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	193.33	Quota 1	25.99	Prog.2	222.86	Quota 2	24.95
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	145.82	Quota 1	27.65	Prog.2	250.68	Quota 2	23.98
6	PARABOLA	Distanza:	5.47	Sviluppo:	55.64	Raggio:	1050	Tangente:	27.83
		Freccia:	0.37	Raccordo:	concavo				
	ESTREMI	Prog.1	222.86	Quota 1	24.95	Prog.2	298.33	Quota 2	24.84
	VERTICE	Prog	250.68	Quota	23.98				

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 lette sul diagramma di velocità dell'NV12, 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: 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 19 DI 60

Tabella 8.2 – Verifiche raccordo 2 (concavo)

NV12-Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 2														
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
30	0,51	2,29	6	-4,15	28,44	3,71	1000	37,10	116	406	-	44,64	-	si

Tabella 8.3 – Verifiche raccordo 4 (convesso)

NV12- Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo convesso 4														
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
50	346	6	-3,5	-1,25	32,03	9,5	1000	95,00	323	275	-	61,05	-	si

Tabella 8.4 – Verifiche raccordo 6 (concavo)

NV12- Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 6														
V	fe	pend1	pend2	i med	Da	Δi	R	Lr	Rcomfort	Rvmin	Rvmin	Dv	Dv	Conformità al
km/ora	[-]	%	%	%	m	%	m	m	m	Da<L	Da>L	Da<L	Da>L	D.M. 05/11/2001
40	0,48	-3,5	1,8	-0,85	40,08	5,3	1050	55,65	206	670	-	50,19	-	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), $D_v=D_a$

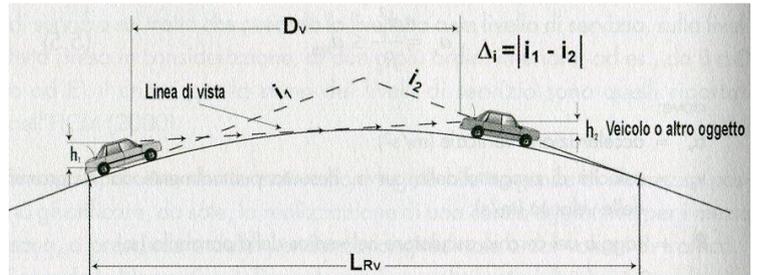
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 20 DI 60

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:

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



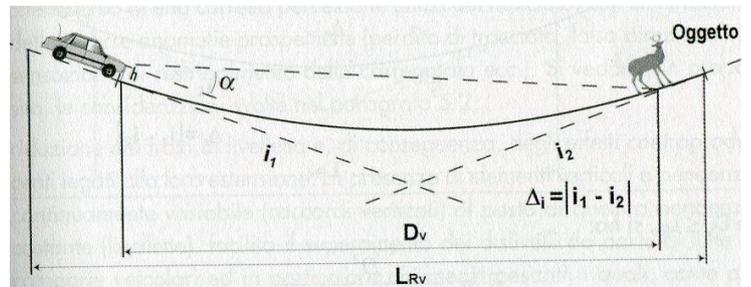
- *Raccordi concavi (sacche)* dove $h_1=0.5\text{m}$ (altezza faro), $\text{sen } 1^\circ = 0.01745$ (divergenza in alto del fascio luminoso con gli abbaglianti), $D_v=D_a$

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: 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 21 DI 60

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: 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	22 DI 60

10 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.

10.1 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% del traffico complessivo ed è di $45 \times 0.10 = 4.5$ veicoli equivalenti/ora.

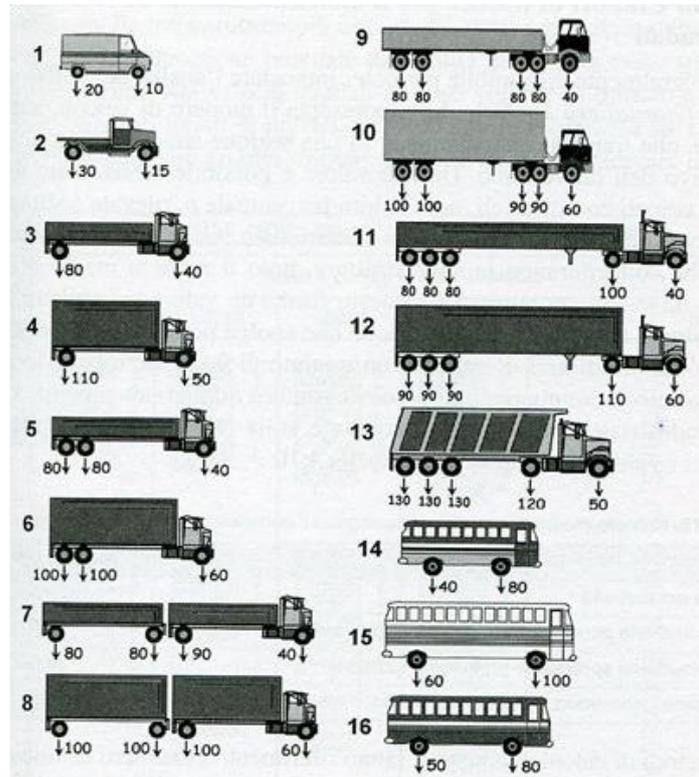
Il numero reale dei veicoli commerciali previsti si ottiene dividendo tale numero per 2.5, coefficiente di equivalenza fra i veicoli pesanti >3t e le auto, ovvero $4.5 / 2.5 = 1.8$ veicoli commerciali/ora.

Il Traffico giornaliero medio dei veicoli commerciali >3t e dei bus è pari a $0.5 \times 1.8 \times 24 = 21.6$ 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)

10.2 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).

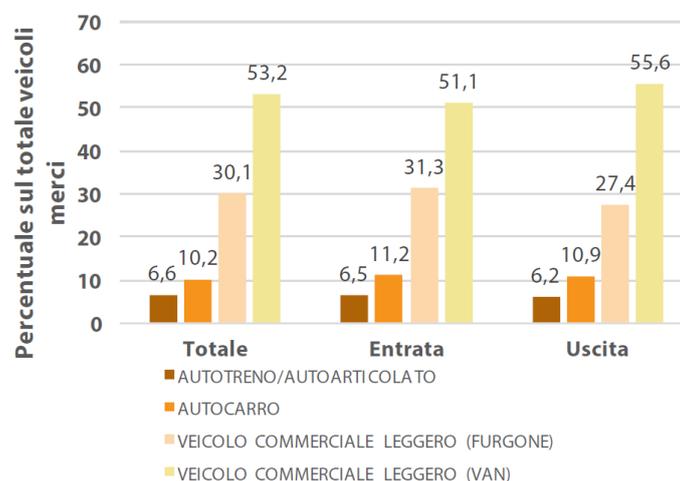
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 23 DI 60



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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 24 DI 60

Nell'ambito dei veicoli >3t, necessari per il dimensionamento della 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 può oscillare dal 40% 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.

Assumendo una percentuale minima di bus al 10% (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 $0.9 \times 30.1 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 57.8\%$ (Veicoli tipo 1 e 2)

Autocarri $0.9 \times 10.2 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 19.6\%$ (veicoli dal tipo 3 al 6)

Autotreni Autoarticolati = $0.9 \times 6.6 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 12.7\%$ (veicoli dal tipo 7 al 13)

La composizione di traffico e frequenza, che sarà utilizzata per la verifica con il metodo AASHTO, per la strada NV12 è la seguente:

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
NV12	Via S. Marco	58	0	8	8	2	2	4	3	1	3	0	1	0	10	0	0	100

10.3 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 stabile o aumenterà di poco, perché aumenteranno il numero dei viaggi giornalieri che i veicoli passeggeri e bus effettueranno 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.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	25 DI 60

10.4 Verifica della pavimentazione stradale

Nel progetto definitivo, per la sovrastruttura stradale è stata prevista una configurazione di spessore complessivo pari a 30 cm costituita dai seguenti strati:

Tabella 10.1 – Schematizzazione del “pacchetto” della sovrastruttura stradale del progetto definitivo

Strato	Materiale	Spessore
[-]	[-]	[cm]
usura	conglomerato bituminoso	3
binder	conglomerato bituminoso	7
fondazione	misto granulare stabilizzato	20

Nel progetto esecutivo la pavimentazione stradale assume la configurazione riportata di seguito, caratterizzata da uno spessore complessivo di 39 cm.

Tabella 10.2 – 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	22

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”;
- 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”.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	26 DI 60

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: 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 27 DI 60

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										
Categoria [-]	Tipologia [-]	TGM [veic/gg]	P_{vc} [%]	R [%]	N [anni]	n_{corsie} [#]	R_{tc} [%]	P_{vcc} [%]	n_{vca} [#]	T^N [#]
Locale a dest. particolare Locale	Flessibile	216	100%	0,5%	20	1	100%	100%	78840	1.653.993,46

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.

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.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 28 DI 60

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 della 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/mm^2).

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).

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

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	29 DI 60

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 a 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: 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 30 DI 60

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	31 DI 60

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:

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

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: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	32 DI 60

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".

È 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.

Calcolo Structural Number							
strato	s	materiale	α	m	a_{nm}	a	SN
[-]	[cm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[cm]
usura	4	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,420	0,420	8,12
binder	5	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,380	0,380	
base	8	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,280	0,280	
fondazione	22	misto granulare non legato	-	0,95	0,110	0,105	

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 33 DI 60

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).

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 34 DI 60

Spettro di traffico								
Veicolo [-]	Tipo [#]	n [%]	asse [-]	P [kN]	B _i [#]	A _i [#]	CSN _i [#]	n ? CSN [#]
autocarri leggeri	1	58,0%	S	10	0,402	3,367	0,00043	0,00025
			S	20	0,412	2,284	0,00520	0,00302
	2	0,0%	S	15	-	-	-	-
S			30	-	-	-	-	
autocarri medi e pesanti	3	8,0%	S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00621
			S	80	1,040	0,000	1,00000	0,08000
	4	8,0%	S	50	0,555	0,744	0,18019	0,01441
			S	110	2,108	-0,534	3,42362	0,27389
autocarri pesanti	5	2,0%	S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00155
			Tnd	160	1,040	-0,138	1,37554	0,02751
	6	2,0%	S	60	0,667	0,454	0,35125	0,00702
			Tnd	200	1,671	-0,508	3,21854	0,06437
autotreni e autoarticolati	7	4,0%	S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00310
			S	90	1,319	-0,192	1,55592	0,06224
			S	80	1,040	0,000	1,00000	0,04000
			S	80	1,040	0,000	1,00000	0,04000
	8	3,0%	S	60	0,667	0,454	0,35125	0,01054
			S	100	1,671	-0,369	2,33983	0,07020
			S	100	1,671	-0,369	2,33983	0,07020
			S	100	1,671	-0,369	2,33983	0,07020
	9	1,0%	S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00078
			Tnd	160	1,040	-0,138	1,37554	0,01376
			Tnd	160	1,040	-0,138	1,37554	0,01376
			S	60	0,667	0,454	0,35125	0,01054
10	3,0%	Tnd	180	1,319	-0,330	2,14024	0,06421	
		Tnd	200	1,671	-0,508	3,21854	0,09656	
11	0,0%	S	40	-	-	-	-	
		S	100	-	-	-	-	
		Trd	240	-	-	-	-	
		S	60	0,667	0,454	0,35125	0,00351	
12	1,0%	S	110	2,108	-0,534	3,42362	0,03424	
		Trd	270	1,319	-0,411	2,57907	0,02579	
		S	50	-	-	-	-	
mezzi d'opera	0,0%	S	120	-	-	-	-	
		Trd	390	-	-	-	-	
		S	80	1,040	0,000	1,00000	0,10000	
autobus	14	10,0%	S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00776
			S	100	-	-	-	-
	15	0,0%	S	60	-	-	-	-
			S	80	-	-	-	-
16	0,0%	S	80	-	-	-	-	
		S	50	-	-	-	-	
STANDARD	-	100%	S	80	1,040	-	-	1,21558

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 35 DI 60

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	1,2156	2.010.561

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: 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	36 DI 60

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	6,45	2.806.781	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 27 anni.

A parità di traffico, la pavimentazione del progetto definitivo sarebbe stata NON VERIFICATA A 20 ANNI e sufficiente solo per 6 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	37 DI 60

11 ELEMENTI DI RITENUTA

11.1 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: 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	38 DI 60

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.

11.2 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 11.1 – Barriere di sicurezza

Ciglio [-]	Tipologia [-]	Lunghezza [m]
sinistro	bordo laterale classe H3	310
	bordo laterale classe H4	60
destro	bordo laterale classe H3	310
	bordo laterale classe H4	60

Tabella 11.2 – Reti antivandalismo

Ciglio [-]	Tipologia [-]	Lunghezza [m]
sinistro	isolate, H=2,00m	20
	integrate su barriera, H=3,50m	40
destro	isolate, H=2,00m	20
	integrate su barriera, H=3,50m	40

Nella normativa vigente, scelta delle classi delle barriere da installare è funzione del Traffico Giornaliero Medio Annuale (TGM) e della percentuale di mezzi pesanti aventi una massa superiore a 3500 kg. Le norme definiscono tre diverse tipologie di traffico, riportate nella tabella successiva:

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 39 DI 60

Tabella 11.3 – Tipologie di traffico

Tipo di traffico [-]	TGM [veicoli/giorno]	Veicoli con massa > 3,5t [%]
I	≤ 1000	qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < N ≤ 15
III	> 1000	> 15

In relazione a queste e al tipo di strada in esame, s'individuano le classi minime dei dispositivi di ritenuta stradale da adottare:

Tabella 11.4 – Classi dei dispositivi di ritenuta da adottare in funzione delle tipologie di strada e di traffico

Tipo di strada [-]	Tipo di traffico [-]	Barriere Spartitraffico [-]	Barriere Bordo Laterale [-]	Barriere Bordo Ponte [-]
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
Strade extraurbane Secondarie (C) e strade urbane di Scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e Strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Secondo normativa vigente, con un traffico tipo III (15% veicoli >3.5t), per il cavalcavia ferroviario di via San Marco andrebbero utilizzate barriere bordo ponte tipo H2 nel tratto di scavalco e tipo H1 per le barriere bordo laterale poste sul rilevato.

Il Manuale di progettazione del corpo stradale della Rete Ferroviaria Italiana (parte XI Linee guida per la sicurezza nell'affiancamento strada ferroviaria), al punto 11.3.2.1-Cavalcavia ferroviario, prescrive (commi 2 e 3) che "il bordo della carreggiata stradale (sui cavalcavia ferroviario) sia delimitato da una barriera di sicurezza tipo -bordo ponte- di classe H4 e che la barriera dovrà estendersi oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata"

Inoltre i commi 4 e 5 prescrivono che "Qualora i cavalcavia ferroviario siano dotati di percorsi pedonali laterali, occorrerà verificare che questi abbiano dimensioni adeguate a contenere la configurazione deformata della barriera di sicurezza. Qualora i cavalcavia ferroviario non siano dotati di percorsi pedonali laterali, deve essere verificato che le barriere siano poste in opera ad un'adeguata distanza dal bordo dei cavalcavia ferroviario al fine di prevedere che il sistema stradale di contenimento deformato sia comunque sempre contenuto nell'impalcato e che le barriere siano sormontate da una rete di protezione dell'altezza di 3.50m, al fine di trattenere eventuali oggetti di piccole dimensioni caduti dagli autoveicoli."

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	40 DI 60

I bordi dei cavalca ferrovia sulle linee elettrificate dovranno essere muniti di parapetti con reti di protezione alti 2.00m di cui 1.00m di tipo cieco (punto 3.13.2-Reti e protezioni della Parte III del Manuale di progettazione dei ponti).

Il tratto sul rilevato ove occorre installare obbligatoriamente le barriere H4 bordo ponte su cordolo deve essere lungo più di 20 m della lunghezza di scavalco, a monte e vale dello stesso, per cui la lunghezza complessiva della barriera H4 bordo ponte sarà pari a 60m; lunghezza sullo scatolare (20m) + 20 m a monte e 20 m a valle dello scatolare.

In base al DM 21/06/04 le protezioni devono in ogni caso essere effettuate per la estensione almeno pari a quella installata nella prova al vero. Quando non è possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata, è possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta H3 nel solo caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale.

In tale caso la estensione della barriera composita sarà almeno pari alla maggiore della lunghezza di prova delle due barriere, variabile in genere da 80 a 95m.

Nel caso specifico del presente progetto tale estensione viene richiesta da ITF pari o superiore a 90 m.

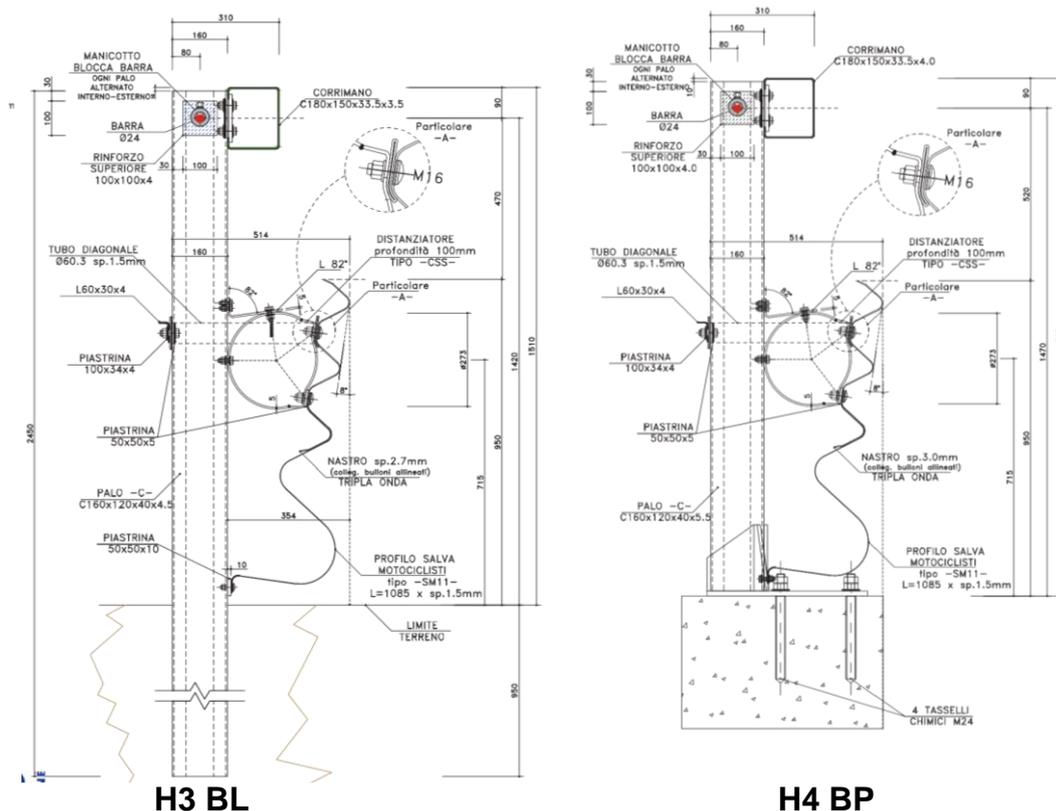
Per la definizione delle lunghezze di installazione è necessario prevedere una tipologia di barriere già certificate. Si prende a riferimento per il progetto delle barriere di ritenuta quelle tipo Anas che sono state testate su una lunghezza di 80 sia per la barriera H4Bp sia per quella H3Bl.

Si ricorda che nella fase di progetto esecutivo delle barriere si fa riferimento alle caratteristiche prestazionali e alle prove eseguite dalla casa costruttrice, mentre in fase di realizzazione tutti i calcoli di verifica, necessari per la posa in opera delle barriere, anche se utilizzano le barriere previste nel progetto esecutivo, devono essere effettuate direttamente dai Produttori incaricati e consegnati prima della posa della barriera alla direzione dei lavori.

Tabella 11.5 – Le caratteristiche delle barriere Anas adoperate

Barriera	Crash test	Energia cinetica	L	L _{riotta}	Wm	Wm	Dim	Vim	Vim	ASI	ASI	THIV	Terreno
[-]	[-]	[kJ]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[-]	[-]	[km/h]	[-]
H3BL	TB11	40.6	80.0	50.0	W2	0.8	0.4	-	-	B	1.1	31.0	A1-A
	TB61	462.1	80.0	50.0	W5	1.7	1.3	VI6	2.1	-	-	-	A1-A
H4BP	TB11	40.6	80.0	50.0	W2	0.7	0.2	-	-	B	1.2	33.0	-
	TB81	724.0	80.0	50.0	W5	1.7	1.1	VI8	2.6	-	-	-	-

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante:	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO: NV12 – Relazione tecnica	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	41 DI 60



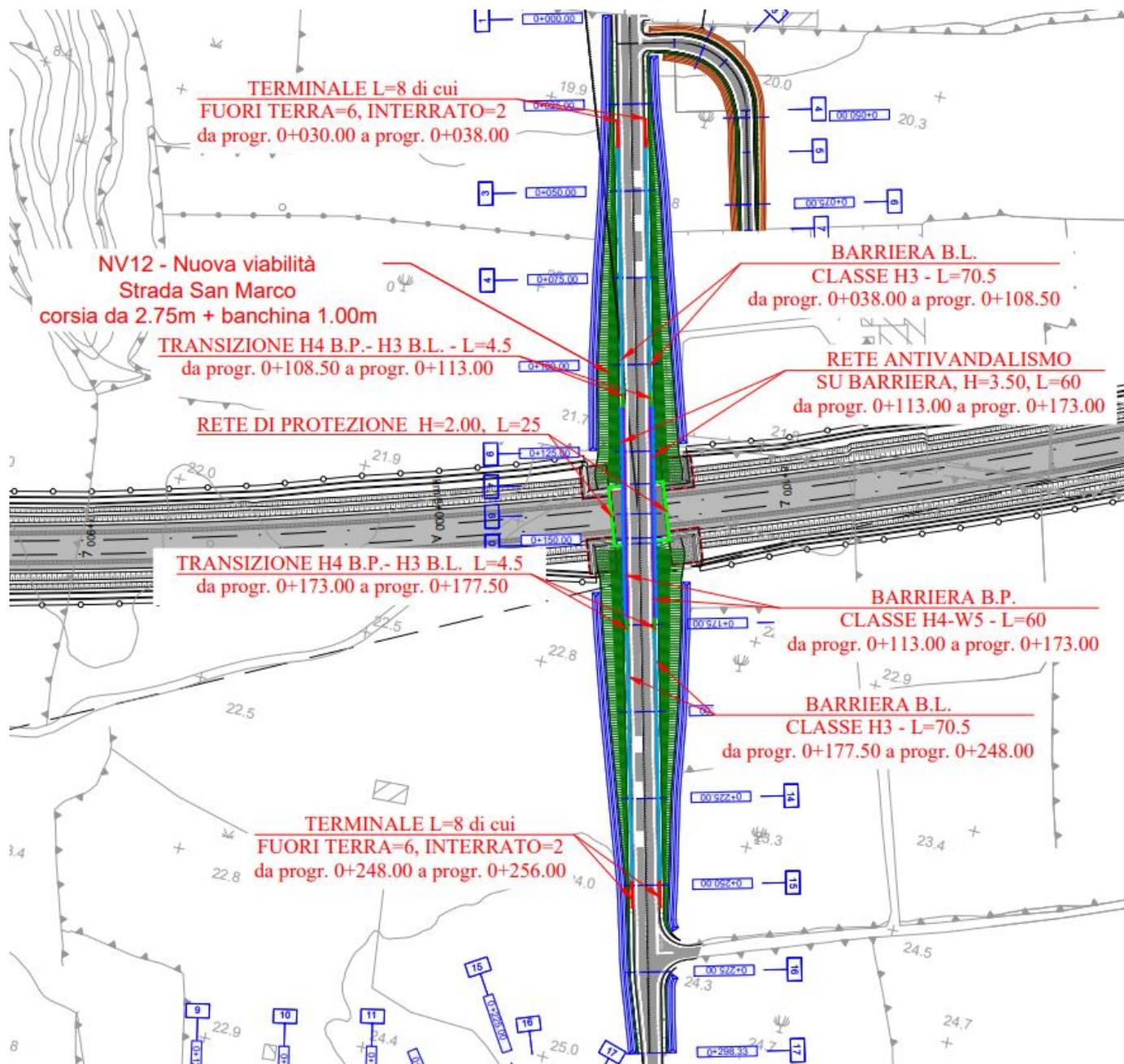
In quest'ottica, prevedendo di utilizzare barriere tipo "Anas" i dispositivi di ritenuta da installare sono:

- bordo ponte con rete integrata antilancio alta 3.50m, classe H4 (W5) interasse 1.5m: lungo l'opera di attraversamento (galleria artificiale) della linea ferroviaria RFI e sul cordolo posto sul rilevato per uno sviluppo di 60 m su ciascun ciglio – Sviluppo totale 120 m;
- transizione H4BP-H3BL lunga 4.5m per garantire prestazioni strutturalmente continue tra le due tipologie di barriere, per uno sviluppo complessivo di 18m (4.5mx4)
- bordo laterale classe H3BL (W5), interasse 1.50m per uno sviluppo di 70.50 m su ciascun ciglio – Sviluppo totale 282 m (70.50x4)
- Terminale inclinato della lunghezza di 8.0m con uno sviluppo totale di 32m (8x4)

Tabella 11.6 – Dispositivi di sicurezza utilizzati

Barriera	Tipo	Lunghezza
[-]	[-]	[m]
H4BP	con rete antilancio integrata, H=3,50 m	120
H4BP-H3BL	transizione	18
H3BL	-	282
terminale H3BL	terminale inclinato interrato	32

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	42 DI 60



La lunghezza delle barriere su ciascun ciglio in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, composte da H4 bordo ponte e H3 bordo laterale, è lungo 177m ($60m + 2x(4.5+54)$)

Inoltre, in ottemperanza al Manuale di Progettazione "Ponti" di RFI, Parte III: Prescrizioni tecniche per i cavalcaferrovia (Codifica RFI_DINIC_MA_PO_00_001_B), gli impalcati e le gallerie artificiali dovranno essere muniti di parapetti con reti di protezione.

Nello specifico, per le parti sovrastanti linee elettrificate, i parapetti dovranno essere di tipo cieco per l'altezza di m 1.00 e sormontati da reti di protezione di tipo aperte (a rete) dell'altezza di un ulteriore metro.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	43 DI 60

La lunghezza complessiva delle reti di protezione cieche ed aperte sono di 50m (vedasi l'apposita planimetria degli elementi di ritenuta).

Piuttosto che a prevenire la caduta di oggetti sulla sede ferroviaria, tale prescrizione è tesa a salvaguardare le persone da contatti accidentali con la linea elettrificata.

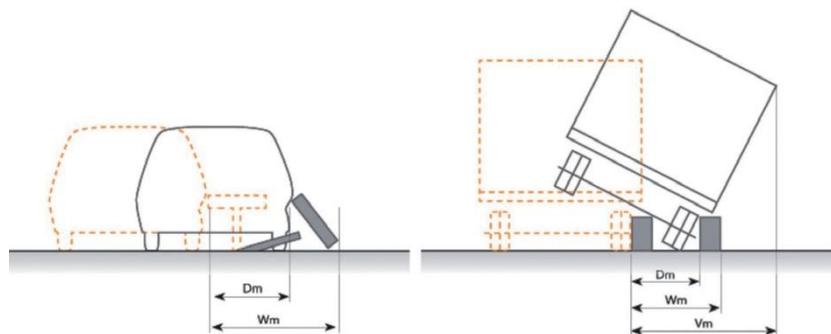
L'installazione delle barriere bordo ponte H4 sul rilevato stradale e sulla galleria artificiale verrà effettuata mediante un "banchettone" laterale in cls armato,

11.3 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 (D_m), definita come "il massimo spostamento dinamico trasversale del fronte del sistema di contenimento";
- Larghezza operativa (W_m), 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 (V_m), 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.

Figura 11.1 – Schematizzazione di deflessione dinamica D_m , larghezza operativa W_m e intrusione del veicolo V_m



I livelli di larghezza operativa e di intrusione definiti dalle norme vigenti sono riportati nelle tabelle seguenti:

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	44 DI 60

Tabella 11.7 – Livelli di larghezza operativa definiti dalle norme vigenti

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

Tabella 11.8 – 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

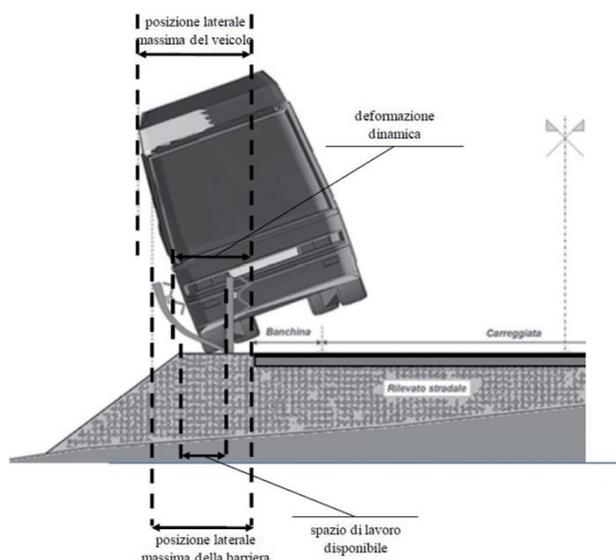
Adottando barriere certificate con larghezza operativa W5 ($W_m < 1.70m$), in futuro si potranno ubicare eventuali pali di illuminazione a una distanza superiore a 2.10 m dalla piattaforma stradale.

11.4 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.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	45 DI 60

Figura 11.2 – Schematizzazione del mezzo in svio



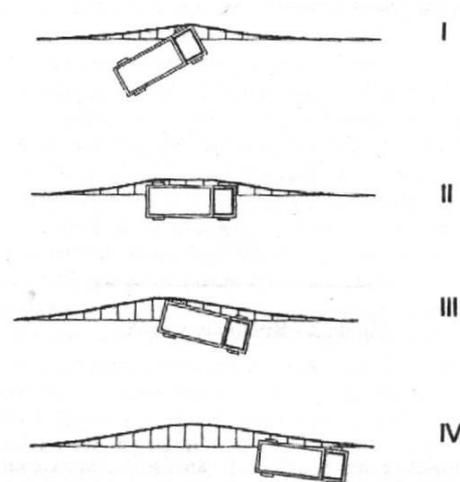
La verifica della configurazione geometrica dell'arginello, in presenza di barriere installate su di esso, è finalizzata a valutare le condizioni di rollio di un mezzo in svio verso il margine del rilevato dopo l'urto.

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.



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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 46 DI 60

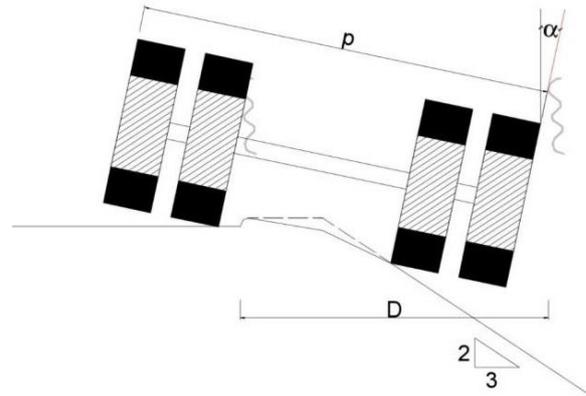
Tabella 11.9 – *Verifiche del mezzo in svio*

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: 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 47 DI 60

Figura 11.3 – 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: 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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 48 DI 60

Figura 11.4 – 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,

$$1.60 - 0.70 = 0.90$$

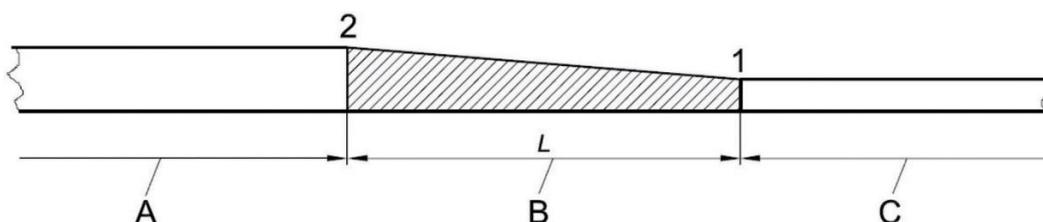
inferiore a 1.25 m dello spazio disponibile sul margine laterale. Dunque, con le scelte progettuali delle barriere e della configurazione geometrica dell’arginello e del rilevato viene scongiurato il pericolo di instabilità del mezzo in svio e viene garantita anche un’idonea larghezza del rilevato a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

11.5 Le transizioni fra le barriere

Quando avviene il passaggio tra diverse tipologie e classi di barriere presenti lungo il margine stradale occorre garantire la continuità delle prestazioni di sicurezza (in termini di contenimento e severità dell’urto) attraverso opportuni elementi di transizione longitudinale appositamente progettati, che consentono la connessione tra barriere adiacenti.

La Normativa UNI ENV 1317-4 definisce transizione “un elemento da interporre tra due barriere di sicurezza aventi diversa sezione trasversale o differente rigidità laterale, affinché sia garantito un contenimento continuo”.

Figura 11.5 – Schematizzazione della transizione tra barriere adiacenti di differenti prestazioni



L’obiettivo della transizione (B) è quello di fornire una variazione graduale di rigidezza e di contenimento nel passaggio dalla prima (A) alla seconda barriera (C), aventi differente sezione trasversale o diversa

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	49 DI 60

rigidezza laterale. L'impiego delle transizioni consente, pertanto, di evitare pericolose discontinuità nel passaggio da una tipologia di barriera ad un'altra, offrendo al veicolo in svio le medesime prestazioni di sicurezza in qualsiasi punto della barriera. Le transizioni sono adottate nel passaggio tra barriere:

- caratterizzate dallo stesso materiale, ma con sezione trasversale diversa (da doppia onda a tripla onda e viceversa);
- realizzate in materiali differenti (da acciaio a calcestruzzo e viceversa);
- con rigidezza laterale diversa (da barriera bordo laterale a bordo ponte e viceversa).

Al fine di installare correttamente gli elementi di transizione tra barriere con prestazioni diverse, occorre attenersi a quanto prescritto dall'art. 6 del DM 21/06/2004, che recita: *“Il progettista dovrà inoltre curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l'adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere, ecc.”*.

Per il loro sviluppo progettuale si prende a riferimento la Normativa UNI EN 1317-4, che fornisce delle indicazioni utili per lo sviluppo degli aspetti progettuali delle transizioni, nonché per le verifiche di dettaglio delle stesse, fungendo da guida su quelli che sono le regole e i parametri da rispettare per un corretto dimensionamento. In generale, in quanto elementi di collegamento tra barriere di tipo e classe diversa, le transizioni devono rispondere a specifici requisiti di carattere geometrico e funzionale.

Innanzitutto, la rigidezza all'interno di qualunque tipo di transizione deve variare gradualmente da quella del sistema meno rigido a quella del più rigido. Teoricamente, la lunghezza L_t della transizione dovrebbe essere almeno pari a 12.5 volte la differenza tra le deformazioni dinamiche delle due barriere accoppiate.

$$L_t = 12.5 \cdot \Delta D_m$$

Nel caso di barriere di classe diversa, la lunghezza è definita come 12.5 volte la differenza tra le deflessioni dinamiche della barriera di classe inferiore e quella di classe superiore preventivamente convertita in una “deflessione equivalente” alla classe inferiore per mezzo dei coefficienti k – che fungono da fattori di riduzione – riportati nella tabella seguente.

Pertanto, le lunghezze minime teoriche delle transizioni per le barriere di progetto sono le seguenti.

Tabella 11.10 – Lunghezze minime per gli elementi di transizione

Barriera	D_m	Barriera	D_m	k	$D_{m_{eq}}$	ΔD_m	L
[-]	[m]	[-]	[m]	[-]	[m]	[m]	[m]
H3BL	1.3	H4BP	1.1	0.90	0.99	0.31	3.88

Nelle figure seguenti sono rappresentate le transizioni tipo ANAS H4BP-H3BL, con uno sviluppo complessivo di 4.5m.

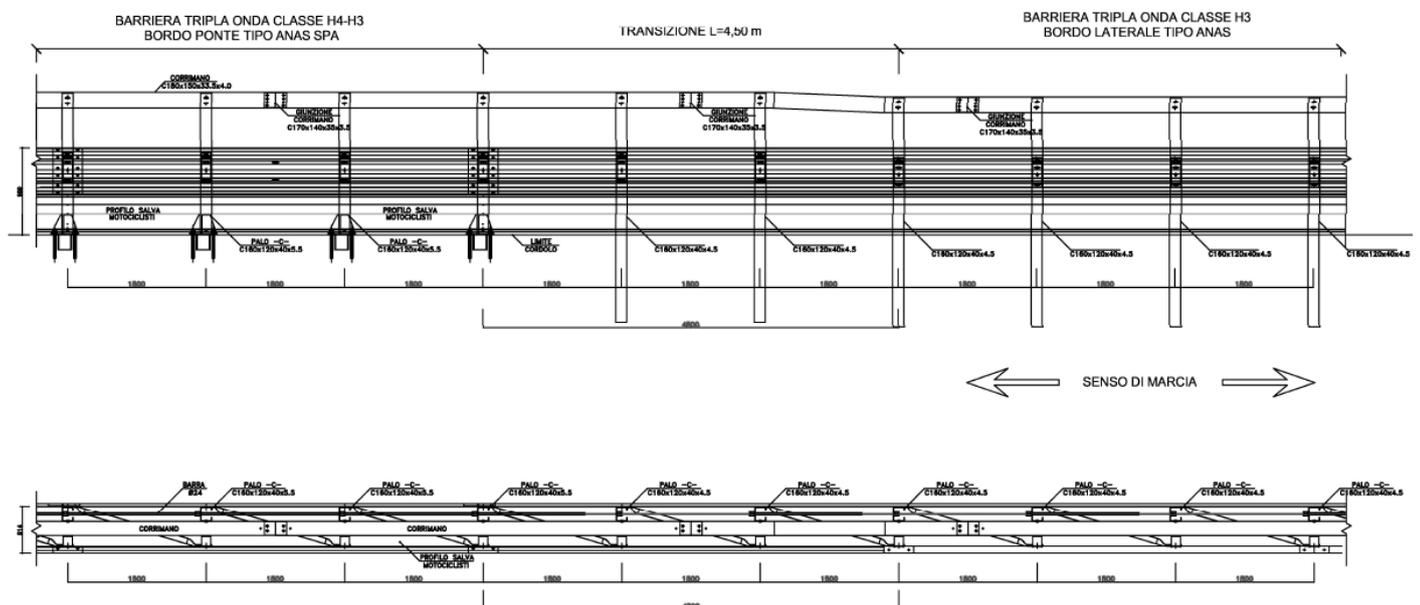
Il collegamento tra gli elementi longitudinali “resistenti” delle due barriere deve essere fatto per mezzo di elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più dell'8% (circa 4.6°) e non più di 5° sul piano orizzontale. In tal senso, si considerano elementi longitudinali resistenti: la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale e i profilati aventi funzione strutturale. Non sono invece considerati elementi strutturali resistenti: i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento (arretrato in modo sostanziale rispetto alla lama sottostante) e i correnti inferiori pararuota.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	50 DI 60

Tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi e i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere.

Il livello di contenimento della transizione è da considerare equivalente alla classe minore tra quelle delle due barriere accoppiate e la transizione stessa dovrà pertanto essere realizzata al di fuori del tratto ove si rende necessaria la protezione di classe maggiore.

Transizione H4 BP – H3 BL



L'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal produttore, avendo cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione.

Nel caso particolare di transizioni tra barriere che prevedono il corrente superiore e barriere che non lo prevedano, quest'ultimo dovrà essere raccordato con un pezzo speciale terminale sagomato e vincolato al paletto della barriera senza corrente superiore ubicato al termine della transizione, a tergo della medesima.

In attesa della definizione normativa di una specifica modalità di prova per verificare l'effettiva sussistenza della continuità strutturale richiesta, una transizione potrà essere considerata "strutturalmente continua" laddove il sistema realizzato dall'affiancamento dei due dispositivi (bordo ponte e bordo laterale o spartitraffico) preveda:

- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali "resistenti" che dovrebbero avere, in generale, lo stesso profilo: tale requisito è inderogabile per la lama principale, mentre per gli altri potranno essere adottati pezzi speciali di raccordo;
- una differenza di quota tra gli elementi longitudinali "resistenti" delle 2 barriere non superiore a 20 cm.

Per quanto attiene alle modalità di computo delle transizioni, che non costituiscono un prodotto a sé stante, è solito computarle con la classe di barriera superiore (o con la barriera da bordo ponte, nel caso di

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1200 001	D	51 DI 60

transizione tra bordo ponte e bordo laterale) in quanto si tratta di pezzi speciali con caratteristiche strutturali intermedie tra le due.

11.6 Terminali

Si definiscono terminali i dispositivi di ritenuta posti all'estremità di una barriera di sicurezza con lo scopo di ridurre la pericolosità degli urti frontali o laterali. Gli elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza, se non opportunamente protetti, costituiscono, infatti, in caso di urto del veicolo, un potenziale pericolo per gli occupanti del veicolo, con conseguenze anche drammatiche a seguito della penetrazione di tali estremità all'interno del veicolo.

Al fine di attenuare la pericolosità degli urti sulle estremità delle barriere, sono in commercio appositi dispositivi noti come terminali semplici. In generale, è possibile classificarli in terminali "interrati" o "non interrati". I terminali interrati presentano la lama principale inclinata e infissa nel terreno e portata all'esterno rispetto alla direzione dell'installazione principale. Quelli non interrati prevedono l'installazione di un elemento terminale della lama principale sagomato "a manina" o "a tubo".

Il terminale semplice interrato è quello indicato nelle prove del crash test per la barriera H3BL tipo Anas. Il terminale presenta il nastro che termina immerso nel terreno e che, nella discesa verso il basso, devia leggermente verso l'esterno della strada.

Alla fine delle barriere che proseguono verso gli accessi carrabili si è optato per il terminale a tubo.



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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1200 001	REV. D	FOGLIO 52 DI 60

Figura 11.6 – Terminale interrato. Vista laterale

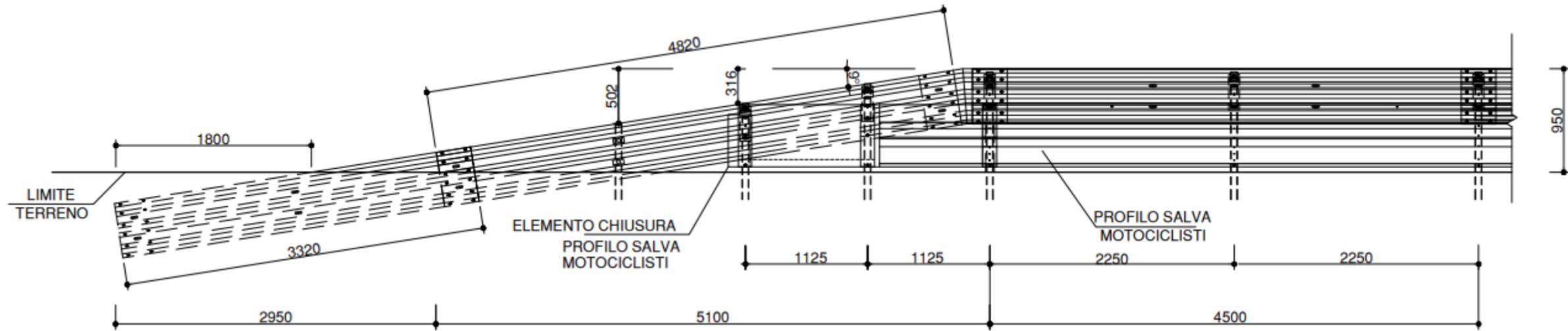
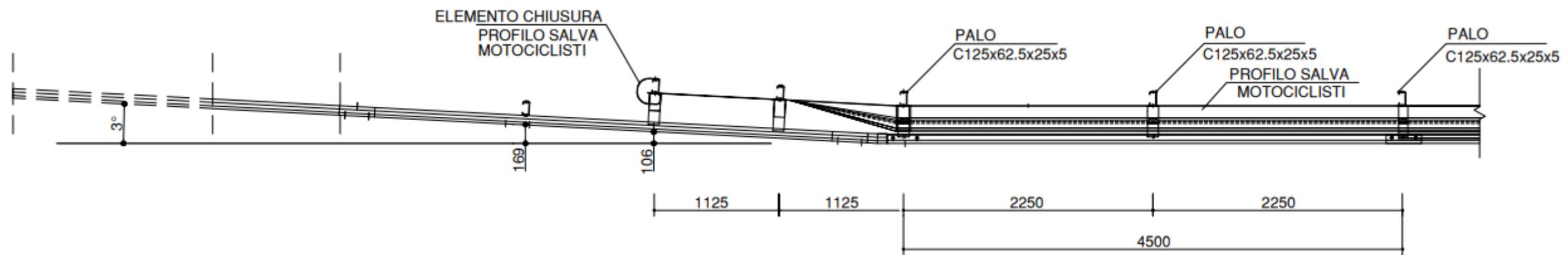


Figura 11.7 – Terminale interrato. Vista dall'alto



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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV120 001	D	53 DI 60

12 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".

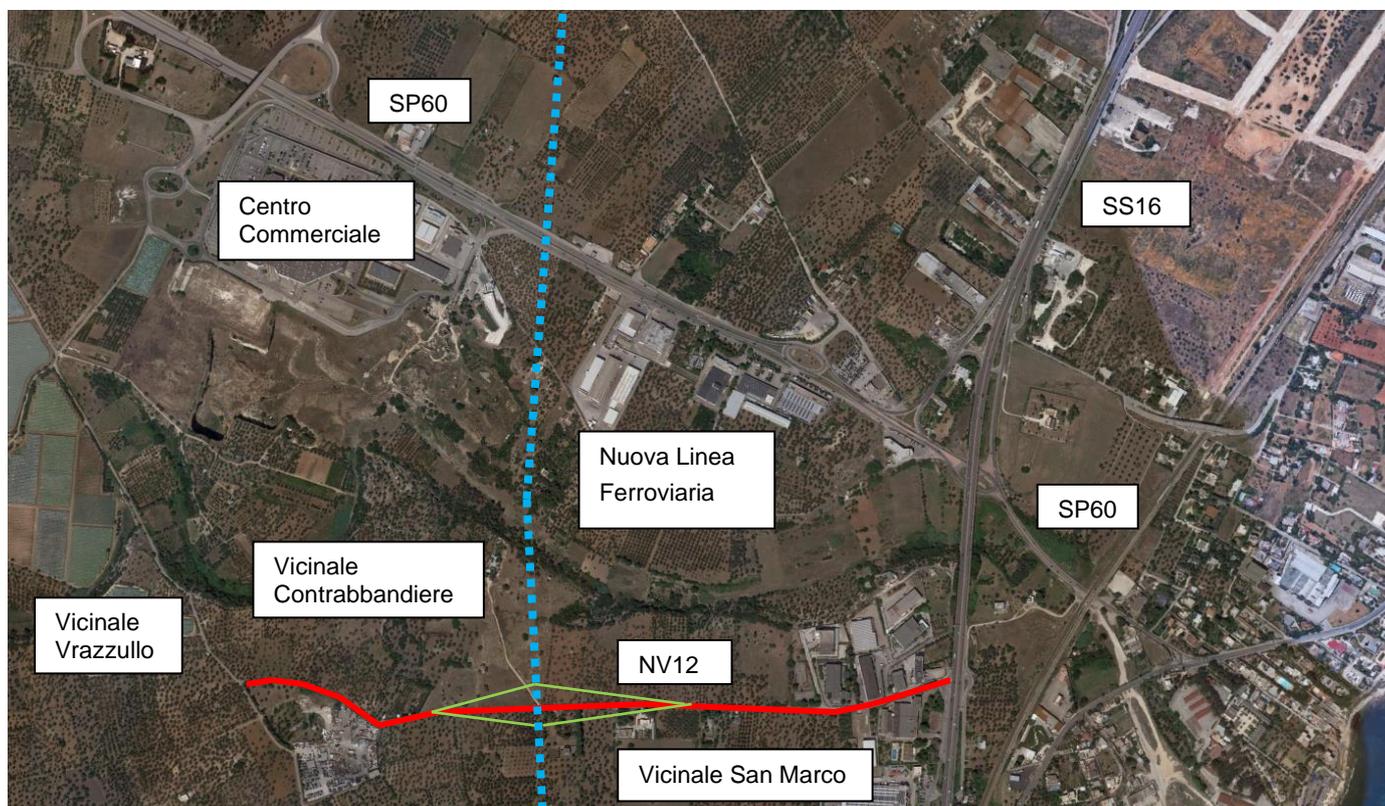
Tabella 12.1 – Segnaletica verticale

Articolo [-]	Descrizione [-]	Tipo [-]	N° [#]
Figura II 17 Art.90	Strettoia simmetrica	Pericolo	2
Figura II 43/b Art. 112	Intersezione a "T" con diritto di precedenza	Pericolo	1
Figura II 48 Art. 116	Divieto di sorpasso	Divieto	2
Figura II 50 Art. 116	Limite massimo di velocità	Divieto	2
Figura II 75 Art. 120	Divieto di fermata	Divieto	2

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV120 001	D	54 DI 60

13 VIABILITÀ PROVVISORIA DURANTE LE FASI REALIZZATIVE

La strada vicinale San Marco si collega alle strade primarie della viabilità di Bari e Triggiano lato mare, direttamente alla SS16 e tramite un sottopasso al tratto a singola carreggiata della SP60, e lato terra, attraverso la strada vicinale Strazzullo e la viabilità interna al centro commerciale, con il tratto a doppia carreggiata della SP60.



Il tratto di via San Marco su cui verrà costruito il sovrappasso stradale (NV12) è lungo 300m (150m per parte rispetto alla Nuova linea ferroviaria) e al suo interno presenta 7 accessi agricoli, un passo carraio residenziale ed una intersezione con la vicinale del Contrabbandiere.

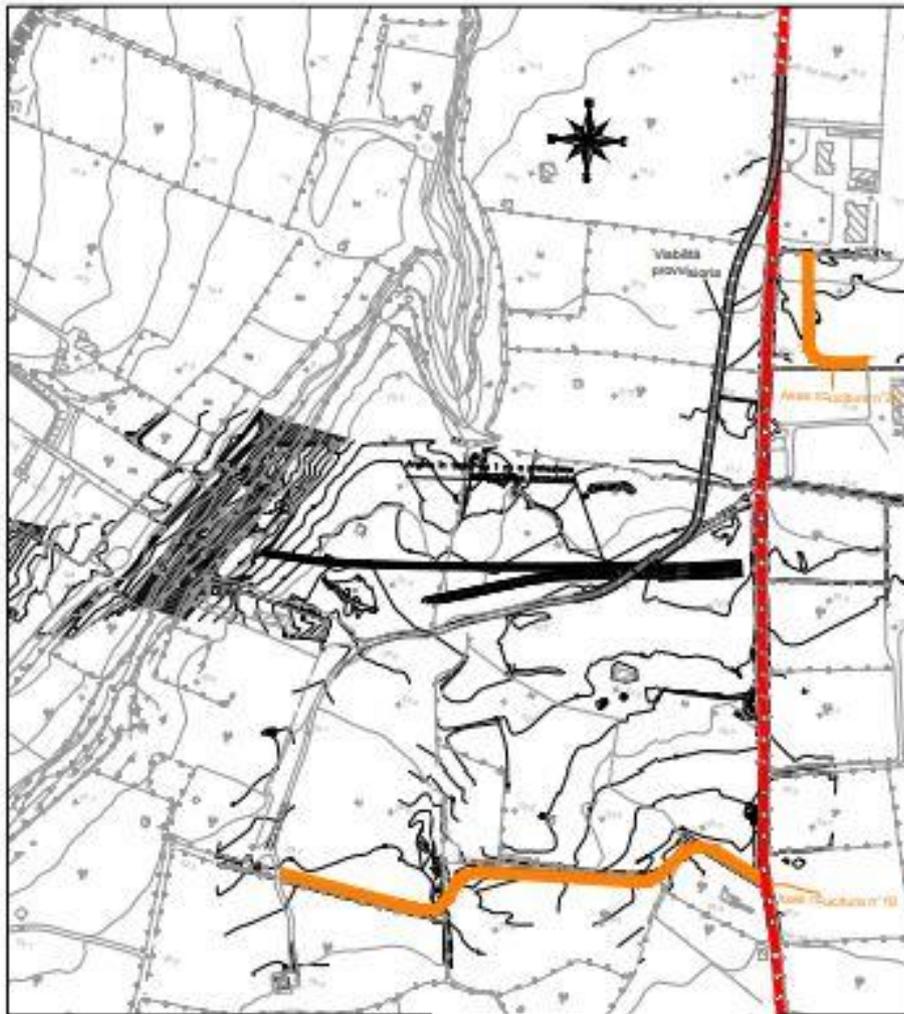
Le lavorazioni riguardano la demolizione delle opere stradali relative al tratto esistente di via San Marco da adeguare e la successiva realizzazione della viabilità di progetto e delle opere ferroviarie.

Si prevedono 3 fasi lavorative.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV120 001	REV. D	FOGLIO 55 DI 60

1° Fase – Via San Marco è aperta.

Realizzazione di una viabilità provvisoria sul bordo del cantiere per congiungere la vicinale del Contrabbandiere con via San Marco (lato mare) e la realizzazione delle viabilità di ricucitura n°19 e n°20, da avviare nei primi 90 gg.



Legenda

■ ■ ■ Circolazione durante i lavori

— Assi viabilità di ricucitura

— Viabilità esistente

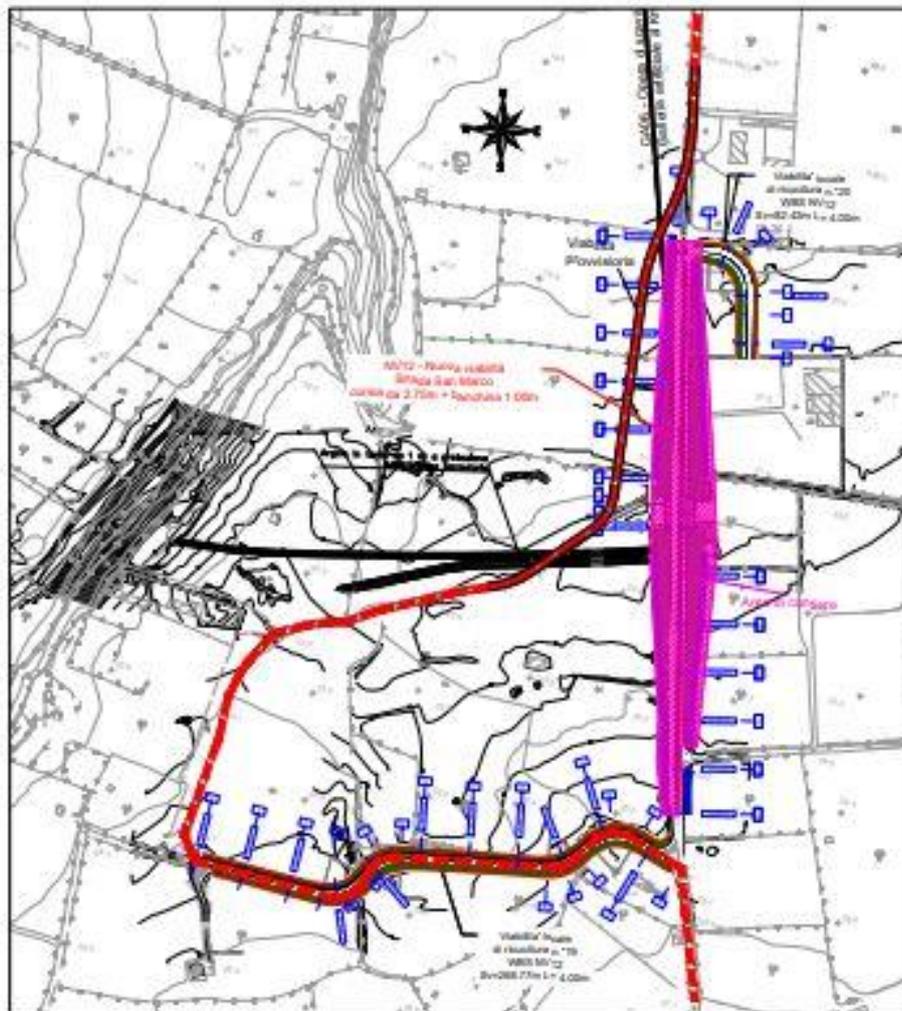


Area di cantiere

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV120 001	D	56 DI 60

2° Fase- Via San Marco è interrotta con deviazione dei veicoli lungo la viabilità di ricucitura n°19, lungo la Vicinale del Contrabbandiere e la viabilità provvisoria sul bordo del cantiere.

Realizzazione dell'opera di attraversamento ferroviario in corrispondenza del km 8+056.74 (GA06) e del sovrappasso stradale NV12.

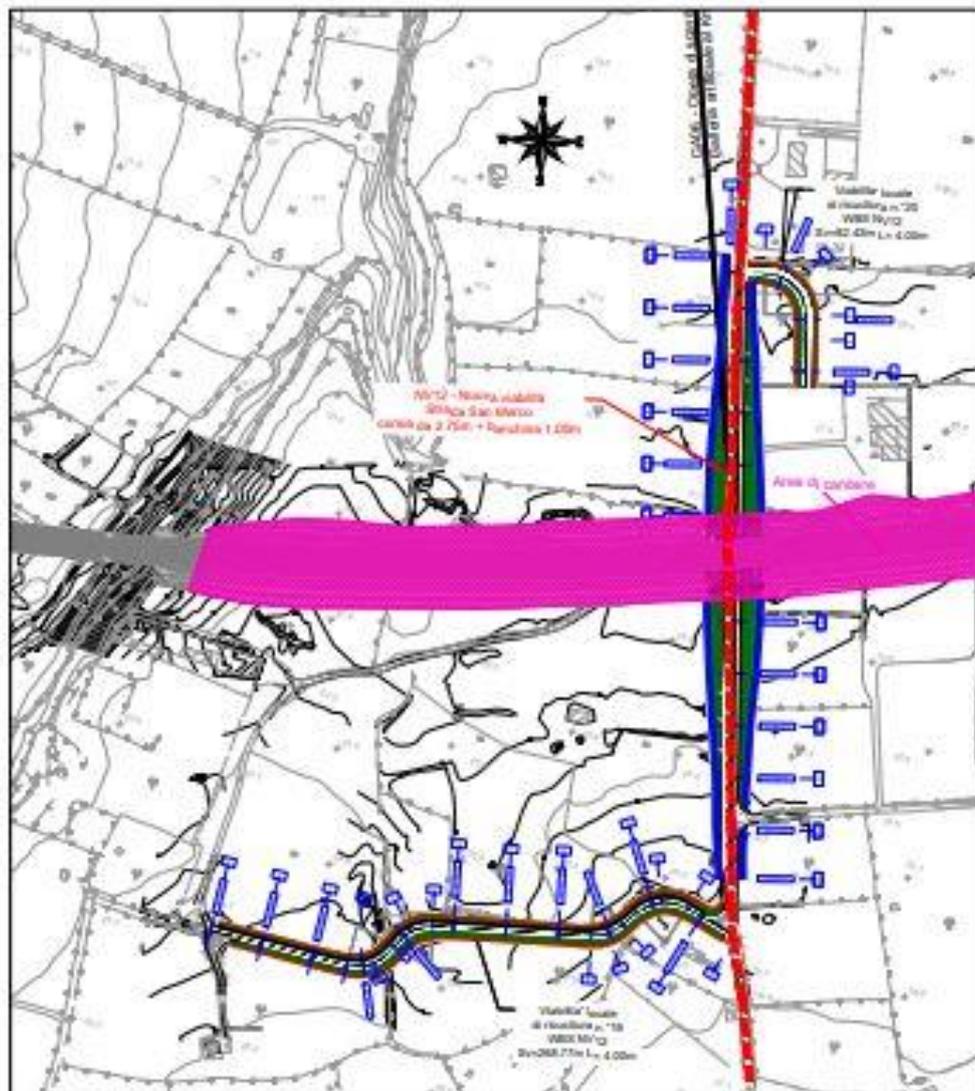


Legenda

- Circolazione durante i lavori
- Assi viabilità di ricucitura
- Viabilità esistente
- Area di cantiere

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV120 001	D	57 DI 60

3° Fase – Via San Marco è aperta
Realizzazione della nuova linea ferroviaria



Legenda

- Circolazione durante i lavori
- Assi viabilità di ricucitura
- Viabilità esistente
- Area di cantiere

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV120 001	REV. D	FOGLIO 58 DI 60

14 VERIFICHE DI VISIBILITÀ IN CORRISPONDENZA DELLE INTERSEZIONI

Lungo la viabilità di progetto sono previste tre intersezione a raso:

- Intersezione con la viabilità di ricucitura n.19
- Intersezione con Innesto su viabilità campestre (progr. 0+275 circa);
- Intersezione con la viabilità di ricucitura n.20

Per quanto riguarda la gerarchizzazione delle manovre, il flusso veicolare proveniente dalla viabilità interferente in immissione nella viabilità di progetto è regolamentato da segnaletica di "STOP". La viabilità interferente costituisce, quindi, una strada secondaria rispetto alla viabilità di progetto, che assume, pertanto, i caratteri di "strada principale".

Per il corretto e sicuro funzionamento delle intersezioni, è necessario che i veicoli che giungono all'incrocio e che si apprestano a compiere le manovre di attraversamento o di immissione possano vedersi reciprocamente onde adeguare la loro condotta di guida nei modi di regolazione dell'incrocio stesso. A tal fine, come prescritto dal D.M. 19/04/2006, per le intersezioni previste in progetto sono state individuate le zone, denominate triangoli di visibilità (di cui nel seguito si riporta uno schema), che debbono essere libere da qualsiasi ostacolo che impedirebbe ai veicoli di vedersi.

Figura 14.1 – Schematizzazione dei triangoli di visibilità



Nel caso di regolazione con STOP, un veicolo collocato a una distanza di 3 m dalla linea di arresto deve poter avvistare un veicolo che percorre la strada principale, quando quest'ultimo si trova a una distanza D , definita:

$$D = t \cdot v$$

ove

- t è il tempo di manovra. I valori ordinari del tempo di manovra, pari a 6 secondi vanno opportunamente incrementati di 1 s per ogni punto percentuale in più della pendenza del ramo secondario, quando la stessa supera il 2%;
- v è velocità di riferimento sulla viabilità principale – espressa in m/s, pari alla velocità di progetto oppure, in presenza di limiti di velocità, alla massima velocità consentita.

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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV120 001	REV. D	FOGLIO 59 DI 60

Tabella 14.1 – Lato maggiore dei triangoli di visibilità per l'intersezione con la Ricucitura n.19

Direzione	V	v	manovra	L	t	i	Δt	t _{eff.}	D
[-]	[km/h]	[m/s]	[-]	[m]	[s]	[%]	[s]	[s]	[m]
Nord	40	11.1	STOP	3	6	<2 %	0	6	66,6
Sud	40	11,1	STOP	3	6	-2.50%	1	7	77.7

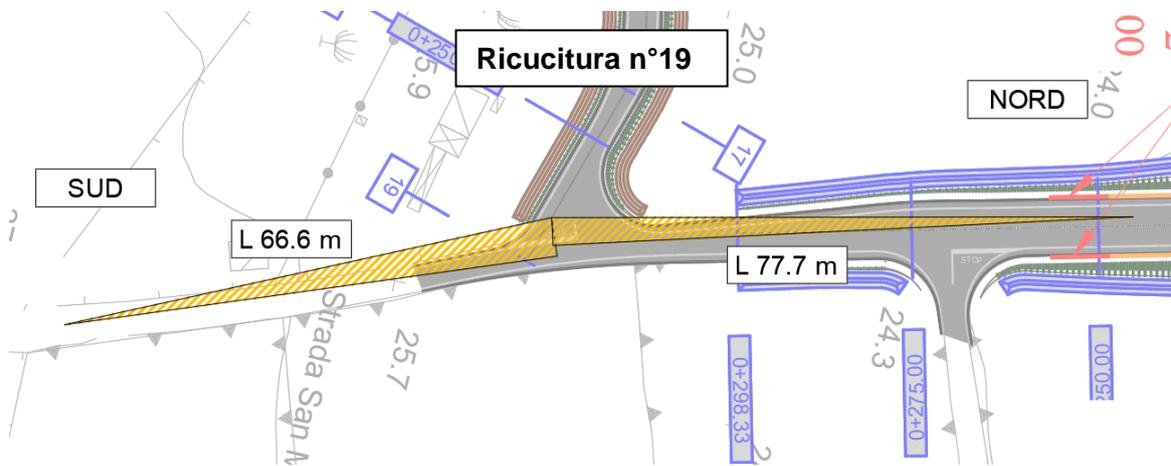
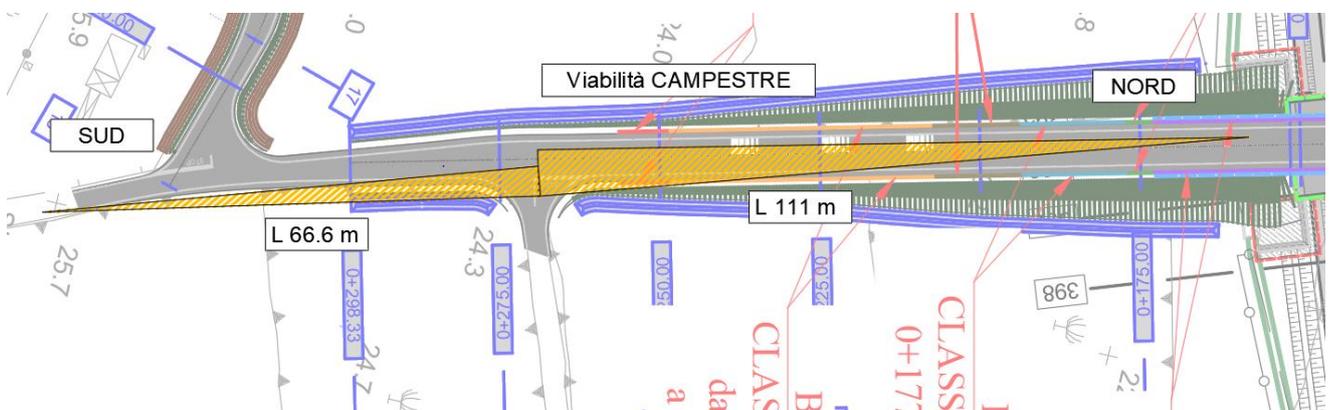


Tabella 14.2 – Lato maggiore dei triangoli di visibilità per l'intersezione con la viabilità campestre (progr. 0+275 circa)

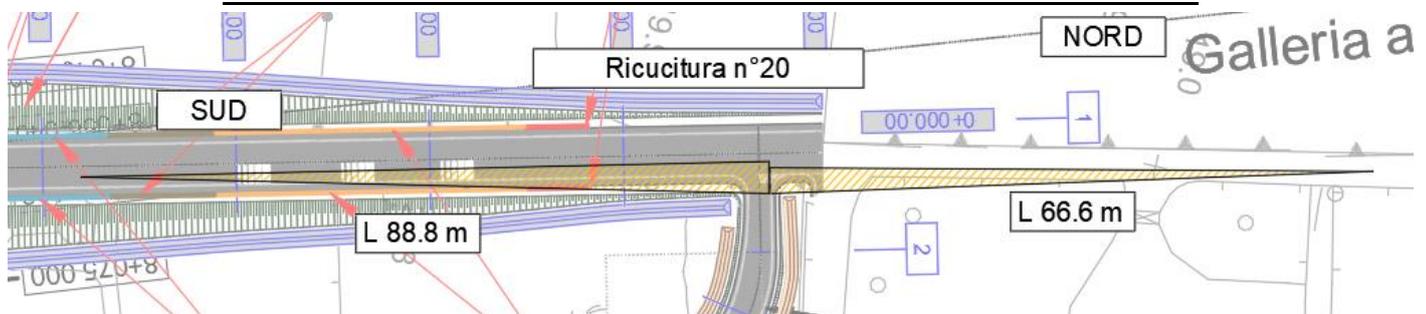
Direzione	V	v	manovra	L	t	i	Δt	t _{eff.}	D
[-]	[km/h]	[m/s]	[-]	[m]	[s]	[%]	[s]	[s]	[m]
Nord	40	11,1	STOP	3	6	<2	0	6	66.6
Sud	40	11,1	STOP	3	6	-6%	4	10	111



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: NV12 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV120 001	REV. D	FOGLIO 60 DI 60

Tabella 14.3 – Lato maggiore dei triangoli di visibilità per l'intersezione con la Ricucitura n.20

Direzione	V	v	manovra	L	t	i	Δt	$t_{eff.}$	D
[-]	[km/h]	[m/s]	[-]	[m]	[s]	[%]	[s]	[s]	[m]
Nord	40	11,1	STOP	3	6	-3.5%	2	8	88,8
Sud	40	11,1	STOP	3	6	<2	0	6	66,6



Nelle tabelle precedenti si è utilizzata la simbologia seguente:

- V e v sono le velocità di progetto o quella individuata dal limite amministrativo espresse rispettivamente in km/h e in m/s ;
- *manovra* – tipo di regolamentazione della manovra non prioritaria;
- L – lato minore del triangolo di visibilità;
- t – tempo di manovra;
- i – pendenza longitudinale del ramo secondario;
- Δt – incremento del tempo di manovra;
- t_{eff} – tempo di manovra effettivo, pari alla somma di t e Δt ;
- D – lato maggiore del triangolo di visibilità.

Come si evince dalle figure, per le intersezioni previste in progetto non sono presenti ostacoli nell'ambito delle zone definite dai triangoli di visibilità.