

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

NV10 – Nuova Viabilità S.P. Triggiano-Ponte San Giorgio – km 7+276,29

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA / DISCIPLINA	PROGR.	REV.
IA3S	01	E	ZZ	RH	NV1000	001	D

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione esecutiva	G. De Martino	Mag. 2021	G. Di Marco	Mag. 2021	M. Rasimelli	Mag. 2021	A. Renso
B	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-0000000069	G. De Martino	Ott. 2021	G. Di Marco	Ott. 2021	M. Rasimelli	Ott. 2021	
C	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-0000000236 IA3S-RV-0000000242	G. De Martino	Feb. 2022	G. Di Marco	Feb. 2022	M. Rasimelli	Feb. 2022	
D	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-0000000421	G. De Martino	Giu. 2022	G. Di Marco	Giu. 2022	M. Rasimelli	Giu. 2022	

File: IA3S01EZZRHNV1000001D

n. Elab.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: NV10 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	2 DI 82

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO FUNZIONALE</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI</b> .....	<b>13</b>
5.1	Viabilità principale .....	13
5.2	Rampa di uscita.....	13
<b>6</b>	<b>SEZIONE TRASVERSALE</b> .....	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>ANDAMENTO PLANIMETRICO</b> .....	<b>15</b>
7.1	Viabilità principale .....	15
7.2	Diagramma di velocità .....	16
7.2.1	<i>Lunghezza di transizione</i> .....	16
7.2.2	<i>Distanza di riconoscimento</i> .....	16
7.2.3	<i>Costruzione del diagramma delle velocità</i> .....	17
7.3	Verifica andamento planimetrico .....	18
7.4	Rampa di uscita.....	20
7.5	Diagramma di velocità .....	22
7.5.1	<i>Lunghezza di transizione</i> .....	22
7.5.2	<i>Distanza di riconoscimento</i> .....	23
7.5.3	<i>Costruzione del diagramma delle velocità</i> .....	23
<b>8</b>	<b>ANDAMENTO ALTIMETRICO</b> .....	<b>27</b>
8.1	Viabilità principale .....	27
8.2	Rampa di uscita.....	31
<b>9</b>	<b>LA ZONA DI SCAMBIO</b> .....	<b>35</b>
<b>10</b>	<b>ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA PER ISCRIZIONE DEI VEICOLI IN CURVA</b> .....	<b>40</b>
<b>11</b>	<b>SOVRASTRUTTURA STRADALE</b> .....	<b>41</b>
<b>12</b>	<b>ELEMENTI DI RITENUTA</b> .....	<b>56</b>
12.1	La normativa vigente .....	56
12.2	I dispositivi di ritenuta adottati per il progetto esecutivo .....	57
12.3	Verifica degli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e dei veicoli .....	67
12.4	Verifica della configurazione geometrica dell'arginello per barriere sul bordo laterale .....	68
12.5	Le transizioni fra le barriere .....	71
12.6	Terminali .....	74

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	3 DI 82

12.7	Attenuatori d'urto .....	76
<b>13</b>	<b>SEGNALETICA.....</b>	<b>78</b>
<b>14</b>	<b>VIABILITÀ PROVVISORIA DURANTE LE FASI REALIZZATIVE .....</b>	<b>79</b>

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	4 DI 82

## 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 dell'adeguamento del tratto terminale della Strada Provinciale Triggiano-Ponte San Giorgio (intervento NV10 lungo circa 540metri) necessario a realizzare una galleria artificiale, collocata al km 7+276,29 della linea ferroviaria di progetto RFI.

L'intervento in oggetto prevede un innalzamento dell'attuale quota stradale della SP60 al fine di "scavalcare" la linea ferroviaria di progetto.

Nell'ambito dell'intervento di progetto è prevista, inoltre, la realizzazione di una rampa di uscita dalla carreggiata Sud-Nord della viabilità principale e finalizzata a connettere la viabilità principale in direzione Nord con l'attuale viabilità locale ubicata oltre l'interferenza con la linea ferroviaria

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	5 DI 82

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La viabilità in oggetto costituisce un tratto dell'attuale provinciale SP60 su cui sarà effettuato un intervento di variazione altimetrica: trattasi, nello specifico, di un innalzamento dell'attuale quota stradale al fine di "scavalcare" la linea ferroviaria di progetto RFI. L'intervento interesserà un tratto di circa 543 metri a partire dallo svincolo a raso per e da via Giannarelli/centro commerciale "Bariblu" e la rotatoria posta immediatamente a nord del suddetto svincolo.

Nell'ambito dell'intervento di progetto è prevista, inoltre, la realizzazione di una rampa di uscita dalla carreggiata Sud-Nord della viabilità principale e finalizzata a connettere la viabilità principale in direzione Nord con l'attuale viabilità locale ubicata oltre l'interferenza con la linea ferroviaria. 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: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	6 DI 82

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	7 DI 82

- 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’utenza<sup>1</sup>;
- Linee guida per i sistemi di regolazione del traffico<sup>1</sup>;
- Norme tecniche di tipo prestazionale per capitolati speciali d’appalto<sup>1</sup>;
- Caratteristiche funzionali e geometriche delle aree di sosta, di parcheggio e di servizio di autostrade e strade extraurbane principali<sup>1</sup>.

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.

<sup>1</sup> 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: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	8 DI 82

#### 4 INQUADRAMENTO FUNZIONALE

L'attuale tratto da adeguare della SP60- Triggiano-Porto San Giorgio è compreso fra l'intersezione con via Giannarelli e la rotatoria di via Marina Vecchia ed è lungo circa 580 m.

*Figura 4.1 – Inquadramento territoriale*



L'attuale sezione stradale è composta da quattro carreggiate stradali di diversa larghezza.

##### **Asse centrale -Direzione Sud- verso Porto San Giorgio**

In corrispondenza dell'isola triangolare dell'intersezione con via Giannarelli ha una piattaforma stradale larga 9.50m, composta da due corsie di 3.50m con banchina in destra di 2.00m ed in sinistra di 0.50m. Subito dopo la piattaforma si allarga a 14.50m per una corsia di immissione lunga 115m e larga 5.00m (corsia di 3.50m e banchina di 1.50m). Prima della diramazione per la complanare sud la piattaforma stradale passa a 11.00m per 45m di lunghezza e poi, subito dopo l'uscita per la complanare sud, da 9.00m si restringe fino a 6.00m. in un tratto lungo 180 m. Questa piattaforma non varia fino all'ingresso della rotatoria di via Marina vecchia nell'ultimo tratto della SP60 di 150m.

*Figura 4.2 – Strada esistente: SP60 (direzione sud mare) Uscita per via Giannarelli*





APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl    Technital Spa    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	9 DI 82

**Figura 4.3** – Strada esistente: SP60 (direzione sud mare) Ingresso da via Giannarelli



**Figura 4.4** – Strada esistente: SP60 (direzione sud mare) Termine della corsia di Ingresso da via Giannarelli



**Figura 4.5** – Strada esistente: SP60 (direzione sud mare) Uscita per la complanare sud



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	10 DI 82

La segnaletica verticale installata a margine della piattaforma stradale dell'asse centrale riporta un limite di velocità di percorrenza per i veicoli pari a 80 km/h fino alla intersezione con via Giannarelli e di 50km/ora nel tratto finale dove le corsie di marcia passano da due ad uno.

### **Asse centrale - Direzione Nord – verso Triggiano**

La SP60 ha all'inizio dopo la rotatoria di Marina Vecchia una piattaforma di 6.00m fino all'uscita per la complanare nord. Successivamente si allarga a 11.00 prima dell'impianto di carburanti e a 14.50m subito dopo. In corrispondenza dell'isola triangolare dell'innesto per via Giannarelli ha una piattaforma di 9.50m

**Figura 4.6 – Strada esistente: Sp60 (Direzione Nord lato monte) - inizio tratto**



**Figura 4.7 – Strada esistente: Sp60 (Direzione Nord lato monte) – Uscita complanare nord**



La segnaletica verticale installata a margine della piattaforma stradale dell'asse centrale riporta un limite di velocità di percorrenza per i veicoli pari a 80 km/h.



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital Spa    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	11 DI 82

### **Complanare Sud**

È una strada a senso unico in direzione sud (verso il mare) con larghezza variabile da 5 a 5.50m con ingressi per le industrie e per le attività commerciali ivi esistenti

**Figura 4.8 – Strada esistente: SP60 (direzione sud mare) Inizio complanare sud**



**Figura 4.9 – Complanare Sud**



La segnaletica verticale installata a margine della piattaforma stradale della complanare a senso unico in direzione sud riporta un limite di velocità di percorrenza per i veicoli pari a 50 km/h.

### **Complanare Nord**

È una strada a senso unico in direzione nord (verso Triggiano) con larghezza variabile da 4 a 5m con ingressi per attività agricole e edifici residenziali

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: NV10 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	12 DI 82

**Figura 4.10** – Strada esistente: Sp60 (Direzione Nord lato monte) – Complanare nord

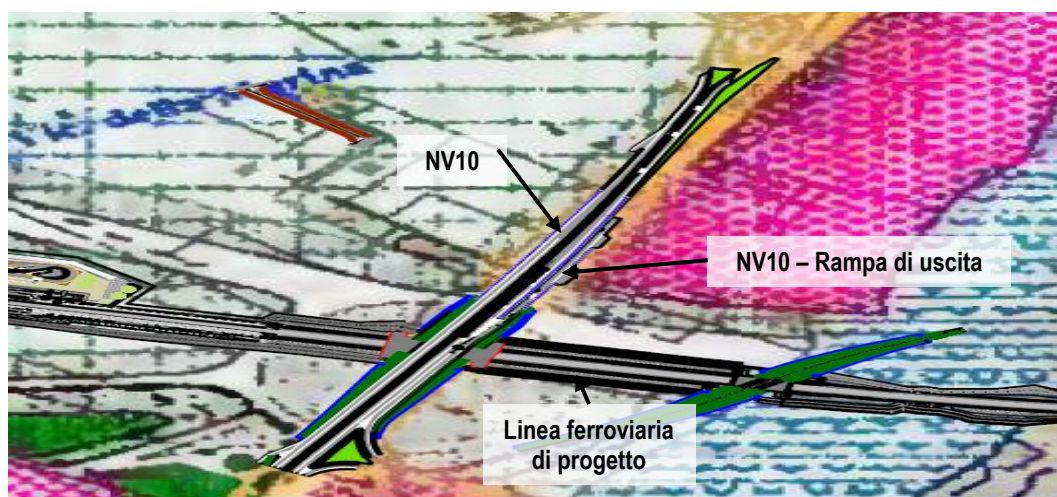


La segnaletica verticale installata a margine della piattaforma stradale della complanare a senso unico in direzione nord riporta un limite di velocità di percorrenza per i veicoli pari a 50 km/h.

Come accennato in premessa, l'intervento in oggetto è finalizzato ad una variazione altimetrica, ossia un innalzamento dell'attuale quota stradale al fine di "scavalcare" la linea ferroviaria di progetto RFI. L'incremento della quota dell'attuale piano stradale è necessario al fine di attraversare la linea ferroviaria di progetto in corrispondenza del km 7+276.29 mediante galleria artificiale (opera GA04). Per garantire la connessione tra la viabilità principale in direzione Nord con l'attuale viabilità locale ubicata oltre l'interferenza con la linea ferroviaria, è stata prevista una rampa di uscita dalla carreggiata Sud-Nord della viabilità principale. L'intervento è stato suddiviso in due assi stradali, denominati, rispettivamente:

- *Viabilità Principale*, che costituisce la variazione altimetrica dell'attuale viabilità della SP60 con superamento della ferrovia di progetto mediante galleria artificiale;
- *Rampa di uscita*, ossia il collegamento della carreggiata Sud-Nord della viabilità principale con la viabilità locale esistente ubicata oltre l'interferenza con la ferrovia di progetto.

**Figura 4.11** – Inquadramento funzionale su PRG



La strada summenzionata, e la relativa rampa d'uscita, afferisce al Comune di Triggiano.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
RPA srl      Technital SpA    HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	13 DI 82

## 5 CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

### 5.1 Viabilità principale

Il progetto dell'infrastruttura stradale è stato sviluppato assimilando la nuova viabilità come Strada Extraurbana Principale (Cat. B) prevedendo una sezione trasversale analoga alla configurazione della strada esistente.

Il tracciato è stato definito mediante un andamento planimetrico tale da ripercorrere l'andamento planimetrico esistente e con un andamento altimetrico compatibile con i seguenti vincoli:

- quota dell'estradosso della galleria artificiale (GA04) prevista lungo la linea ferroviaria in corrispondenza del km 7+276.29;
- congruenza in corrispondenza dei tratti di raccordo con la sede stradale attuale.

L'inserimento della viabilità in oggetto in un contesto caratterizzato dai vincoli di cui sopra, ha comportato la necessità di assumere, nel progetto definitivo e quindi anche nell'esecutivo, come limite superiore dell'intervallo della velocità di progetto il valore di 70 km/h ed una pendenza trasversale massima del 2.5% sulla unica curva planimetrica di 1500m di raggio.

Sulla base di tali valori, sono state verificate le condizioni di visibilità previste dal D.M. 05/11/2001 per le strade di Categoria B.

### 5.2 Rampa di uscita

Per il progetto della rampa di immissione nella Complanare Sud sono state adottate nel progetto esecutivo le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19/04/2006).

La rampa di immissione avrà una sezione trasversale composta da una corsia di 4.00 m e banchina in destra e in sinistra pari a 1.00 m, con una piattaforma pavimentata di 6.00m. e margini laterali larghi 0.50m da ambo le parti. (nel progetto definitivo la piattaforma era larga 5.75m)

La rampa di immissione si immetterà nella piattaforma esistente di 5.00m della Complanare Sud tramite un raccordo lungo 20m.

Il tracciato è stato definito mediante un andamento plano-altimetrico compatibile con i seguenti vincoli:

- congruenza, in corrispondenza del tratto di raccordo a monte, con la sede stradale della viabilità principale di progetto;
- andamento planimetrico sub-parallelo all'andamento planimetrico della viabilità principale di progetto;
- congruenza, in corrispondenza del tratto di raccordo a valle, con la sede stradale della viabilità locale esistente ubicata oltre l'interferenza con la linea ferroviaria.

L'inserimento della viabilità in oggetto nel contesto caratterizzato dai vincoli di cui sopra ha comportato la necessità di assumere come limite superiore dell'intervallo della velocità di progetto della rampa il valore di 30 km/h.

Tenendo conto quanto sopra, al tratto stradale in oggetto è associata una velocità massima di percorrenza pari a 30 km/h, una pendenza massima in discesa del 10% e raggi verticali minimi convessi di 500m e concavi di 250m. La distanza minima da rispettare nelle verifiche di visuale libera sarà di 25m. (tabella 8 – *Caratteristiche planoaltimetriche delle rampe*- Norma (D.M. 19/04/2006).

La pendenza trasversale della piattaforma sarà compresa fra il 7% ed il 2.5%.



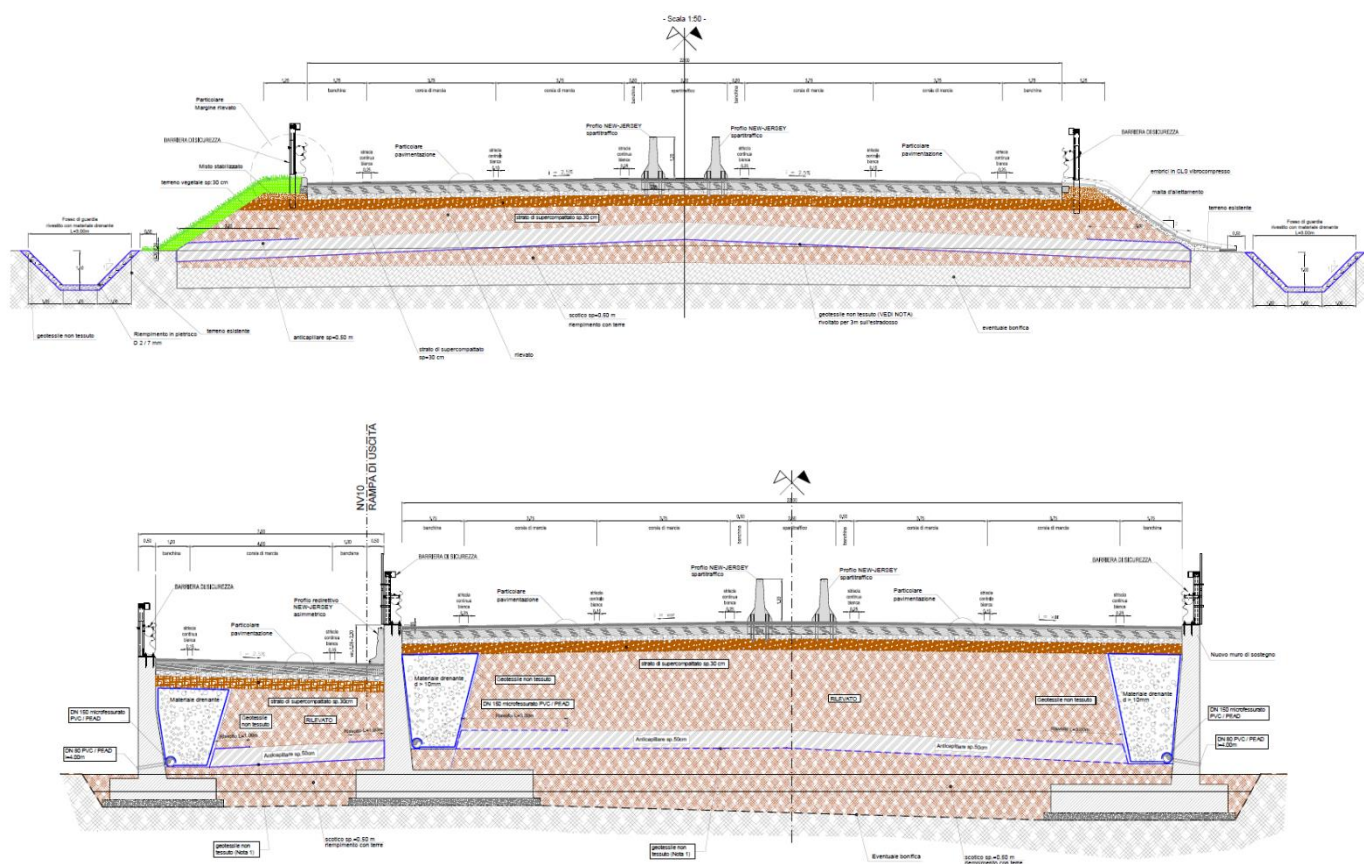
<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>14 DI 82</b>

## 6 SEZIONE TRASVERSALE

Per la sezione trasversale della viabilità principale è stata adottata una configurazione composta da due corsie per senso di marcia – larghe 3.75m –, due banchine in destra (larghe 1.75 m) e sinistra (larghe 0.50 m) e spartitraffico centrale largo 2.50 m. Complessivamente la piattaforma stradale carrabile pari è larga 22 m.

Per la sezione trasversale della rampa d'uscita trasversale è stata adottata una configurazione composta da una corsia di 4,00 m, banchina in sinistra ed in destra pari a 1.00 m, per una larghezza complessiva di 6.00m per la piattaforma stradale e di 7.00m per la sezione stradale, con l'ingombro dei dispositivi di ritenuta laterali, conforme alle Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali (D.M.19/04/2006). La pendenza trasversale sarà al 2.5%, ad unica falda, e ruoterà intorno all'asse del tracciamento della rampa (posto sul ciglio sinistro passando dalla stessa 'inclinazione della strada principale (verso il ciglio destro della intera piattaforma, prima della deviazione dalla corsia di transizione, all'inclinazione opposta quando la rampa si allontana dalla strada principale che a sua volta, dopo la deviazione. curva verso sinistra (nel verso di percorrenza verso nord (Porto S. Giorgio).

**Figura 6.1 – Sezione trasversale tipologica**



Sezione in curva – le piattaforme della viabilità principale e della rampa sono inclinate del 2.5% nella curva di 1000m di raggio



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
RPA srl      Technital SpA    HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	16 DI 82

ove le righe contrassegnate con I ed F corrispondono rispettivamente ai punti iniziali e finali degli elementi planimetrici; in quelle con C e V sono riportate le coordinate del centro e del vertice delle curve planimetriche.

Lungo i tratti in rettilineo, la piattaforma stradale di ciascuna carreggiata è a una falda, inclinate verso l'esterno, con pendenza trasversale pari a  $q = 2,5\%$ . Lungo la curva circolare, di raggio  $R = 1500$  m, le piattaforme stradali delle due carreggiate sono inclinate verso il centro della curva, con pendenza trasversale pari a  $q = 2,5\%$ .

## 7.2 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 geometrici (rettilineo e curve), tenendo conto del numero di corsie per ciascuna direzione di marcia, della presenza di restringimenti di carreggiata e di zone di scambio per uscite od immissioni laterali.

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 rettilineo la velocità di progetto tende al limite superiore dell'intervallo della velocità di progetto; gli spazi di accelerazione conseguenti all'uscita da una curva circolare e quelli di decelerazione per l'ingresso a detta curva, o dai tratti di inizio e fine dei tratti stradali in adeguamento, ricadono soltanto negli elementi considerati;
- Nei tratti ove vi sono restringimenti di carreggiata o zone di scambio per uscite o immissioni laterali la velocità di progetto si riduce gradualmente di 10 km/ora rispetto a quella massima
- i valori dell'accelerazione e della decelerazione si considerano pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ .

### 7.2.1 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  $\Delta V$  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  $\pm 0.8 \text{ m/s}^2$ .

### 7.2.2 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).

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.





APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	18 DI 82

Diagramma di velocità nel verso che va da Triggiano a Porto San Giorgio



### 7.3 Verifica andamento planimetrico

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 sulla lunghezza dei rettili è riportata nella tabella seguente in cui la lunghezza minima è quella che consente al conducente di percepire il tratto rettilineo (65m per velocità di 70km/ora) e la lunghezza massima è pari a al prodotto della velocità del tratto per 22.

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, condotta tenendo conto dei criteri progettuali utilizzati, e per la massima velocità di progetto, è riportata nella tabella seguente.

**Tabella 7.2 – Verifica rettili**

N°	L	V	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>min</sub> <L<L <sub>max</sub>
[#]	[m]	[km/h]	[m]	[m]	
5	153.41	70	65	1540	VERIFICATO

**Tabella 7.3 – Verifica clotoidi**

N°	A	V	R <sub>i</sub>	R <sub>f</sub>	q <sub>i</sub>	q <sub>f</sub>	criterio	A <sub>min</sub>	A <sub>max</sub>	Conformità al D.M. 05/11/2001
[#]	[#]	[km/h]	[°]	[m]	[u.a.]	[u.a.]	[-]	[#]	[#]	
2	500.00	70	-	1500	-0.0100	-0.0250	dinamico	102.90	-	VERIFICATO
							cigli	142.89	-	
							ottico	500.00	1500.00	
4	500.00	70	1500.00	-	-0.0250	-0.0250	dinamico	102.90	-	VERIFICATO
							cigli	170.78	-	
							ottico	500.00	1500.00	

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	19 DI 82

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 sulla lunghezza delle curve circolari è riportata nella tabella seguente.

La lunghezza minima del raccordo circolare della norma è riferita al tempo limite necessario al conducente per percepire il tratto in curva pari a 2.5 secondi della velocità di percorrenza.

Il raggio minimo della curva necessario ad evitare lo sbandamento in curva per la velocità di percorrenza è pari a  $R = V^2 / 127x(q+ft)$  in cui V è la velocità di percorrenza, q è la pendenza in curva e ft quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente

**Tabella 7.4 – Verifica raccordi circolari**

N°	L	R	V <sub>p</sub>	L <sub>min</sub>	q <sub>max</sub>	f <sub>t,max</sub>	R <sub>min</sub>	Conformità al D.M. 05/11/2001
[#]	[m]	[m]	[km/h]	[m]	[u.a.]	[#]	[m]	
3	52.02	1500.00	70.00	48.611	0.025	0.17	197.86	VERIFICATO

La verifica delle distanze di visuale libera è stata condotta verificando che lungo le curve circolari sia garantita la distanza di visuale libera richiesta per l'arresto alla velocità di percorrenza della strada ricavata dal diagramma di velocità.

La corsia sulla quale è stata verificata la visuale libera dell'unica curva di 1500m di raggio in asse è:

- la corsia di sorpasso per la direzione Triggiano, lungo la quale i conducenti hanno una minore visibilità per la presenza delle barriere poste alla loro sinistra, nello spartitraffico
- la corsia di marcia a destra per la direzione San Giorgio, lungo la quale i conducenti hanno una minore visibilità per la presenza delle barriere poste alla loro destra sul muro laterale, all'interno della curva.

Tale verifica è di seguito riportata.

**Tabella 7.5 – Verifica distanze di visuale libera in curva nelle due direzioni**

Verifica visibilità planimetrica nelle curve - NV10															
Curva	R	V	f <sub>e</sub>	i <sub>med</sub>	Da	Lc	Allarga mento	Altezza Rilevato	Distanza rete/barrie.	Franco Laterale	Franco min FL1	Franco min FL2	Dv1	Dv2	Conformità al
	m	km/ora	[-]	%	m	m	m	m	m	m	Da<Lc	Da>Lc	Da<Lc	Da>Lc	D.M. 05/11/2001
3 dir. Triggiano	1500	70	0,4	3,44	85,29	52,02	Corsia sorpasso		2,37	2,37	-	0,51	-	300	VERIFICATO
3 Dir SanGiorgio	1500	50	0,46	-3,44	55,13	52,02	Corsia marcia		3,62	3,62	-	0,25	-	400	VERIFICATO

ove la notazione utilizzata in tabella è la seguente:

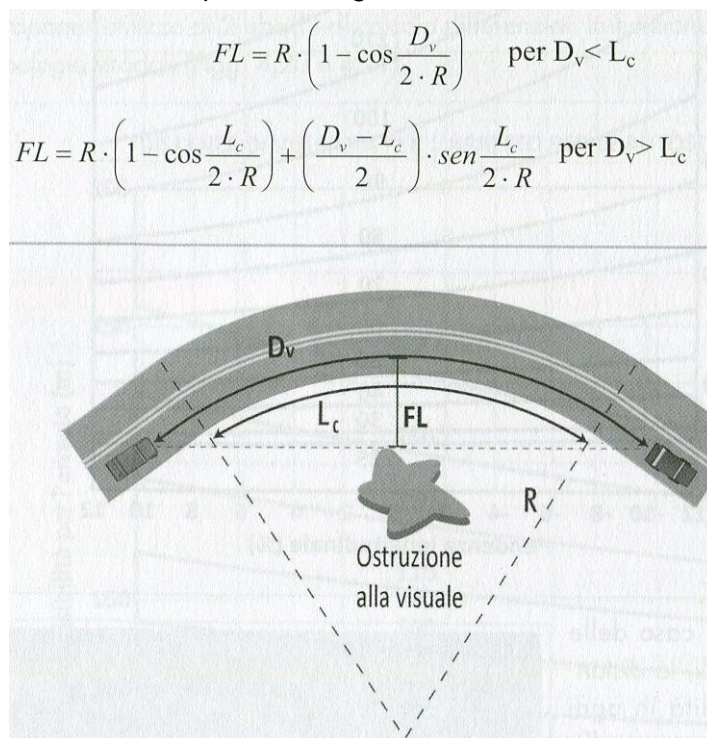
- R- raggio della curva in asse alla corsia/carreggiata per le strade di ricucitura
- V – velocità di progetto o valore del diagramma delle velocità di percorrenza;
- f<sub>e</sub> – coefficiente d'attrito equivalente;

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

- i<sub>med</sub> – pendenza longitudinale (in discesa valori negativi);
- D<sub>A</sub> – distanza di visuale libera richiesta per l'arresto;  $DA = 0.78 * V - 0.0028 * V^2 + V^2 / (254 * (fe + i))$
- Lc – Sviluppo longitudinale della curva;

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	20 DI 82

- *Ead* – Allargamento della corsia;
- *altezza rilevato* – altezza media del progetto dal piano di campagna (larghezza rilevato =  $altezza \times 3/2$ )
- *Distanza rete o barriera* – distanza in rettilineo tra l'asse della corsia e la rete sul limite della proprietà agricola nelle strade interpoderali (5.00m=1.50metà corsia + 0.50banchina + 0.50arginello + 2.50fosso drenante) o la barriera di sicurezza poste nelle strade parallele alla ferrovia (2.00m=1.50metà corsia + 0.50banchina) (unici due ostacoli alla visibilità nelle strade di ricucitura);
- *Franco Laterale* – Franco laterale disponibile (Somma della distanza in rettilineo fra asse corsia e rete/barriera + allargamento + larghezza del rilevato)
- *FL1* - Franco libero minimo necessario nel caso in cui  $D_v < L_c$
- *FL2* - Franco libero minimo necessario nel caso in cui  $D_v > L_c$
- $D_{V1}$  – distanza di visuale libera disponibile lungo la curva nel caso in cui  $D_v < L_c$
- $D_{V2}$  – distanza di visuale libera disponibile lungo la curva nel caso in cui  $D_v > L_c$ .



Dalla tabella si evince che, risultando  $D_v > D_A$  la verifica è soddisfatta.

#### 7.4 Rampa di uscita

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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 21 DI 82

**Tabella 7.6 – Andamento planimetrico**

N° [#]	Elemento [-]	Prog.	L [m]	R [m]	A [#]	Scost.	Coordinate		Azimut [°]	Dev. [°]	
							E	N			
1	Rettifilo	I 0+000.00	2.810	-	-		2683616.94	4550239.25	29.54493	0	
		F 0+2.81		-	-		2683618.34	4550241.69	29.54493		
2	Clotoide	I 0+2.81	4.167	-	22.36	0.006	2683618.34	4550241.69	29.54493	0.9981	
		F 0+6.977		120.00			2683620.44	4550245.29	30.54305		
3	Curva	I 0+6.977	6.270	120.00			2683620.44	4550245.29	30.54305	3.3261	
		F 0+13.2466					-	2683623.80	4550250.58		33.54079
		C					2683723.40	4550183.65			
		V					2683621.98	4550248.02			
4	Clotoide	I 0+13.2466	4.167	120.00	22.36	0.006	2683623.80	4550250.58	36.01	1.4751	
		F 0+17.4136		-			2683626.16	4550254.01	34.53486		
5	Rettifilo	I 0+17.4136	25.241	-			2683626.16	4550254.01	34.53486	0	
		F 0+42.6543		2683640.60			4550274.71	34.53486			
6	Clotoide	I 0+42.6543	5.000	-	24.49	0.009	2683640.60	4550274.71	34.53486	1.3263	
		F 0+47.6543		120.00			2683643.43	4550278.83	33.4212		
7	Curva	I 0+47.6543	7.160	120.00			2683643.43	4550278.83	33.4212	1.1137	
		F 0+54.8138					-	2683647.23	4550284.90		29.05279
		C					2683543.60	4550345.42			
		V					2683645.51	4550281.75			
8	Clotoide	I 0+54.8138	5.000	120.00	24.49	0.009	2683647.23	4550284.90	29.05279	1.3263	
		F 0+59.8138		-			2683649.69	4550289.26	29.05279		
9	Rettifilo	I 0+59.8138	20.176	-			2683649.69	4550289.26	29.05279	0	
		F 0+79.9898		2683659.50			4550306.89	29.05279			
10	Clotoide	I 0+79.9898	2.812	-	53.03	0.000	2683659.50	4550306.89	29.05279	0.0895	
		F 0+82.8018		1000.00			2683660.86	4550309.34	29.00379		
11	Curva	I 0+82.8018					2683660.86	4550309.34	29.00379		

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 22 DI 82

		102.13	1000.00				0.049
	F	0+184.931			2683705.75	4550401.03	23.09322
	C				2682786.33	4550794.31	
	V				2683685.72	4550354.01	
	I	0+184.931	1000.00		2683705.75	4550401.03	23.09322
12	Clotoide	2.812		53.03	0.000		0.049
	F	0+187.743			2683706.85	4550403.62	23.04422
	I	0+187.743			2683706.85	4550403.62	23.04422
13	Rettifilo	5.823					0
	F	0+193.566			2683709.14	4550408.97	23.04422

ove le righe contrassegnate con I ed F corrispondono rispettivamente ai punti iniziali e finali degli elementi planimetrici; in quelle con C e V sono riportate le coordinate del centro e del vertice delle curve planimetriche.

Lungo i tratti in rettilineo, la piattaforma stradale è a due falde, inclinate verso l'esterno, con pendenza trasversale pari a  $q = 2,5\%$ . Lungo la curva circolare, di raggio  $R = 350$  m, la piattaforma stradale è a una falda, inclinata verso il centro della curva, con pendenza trasversale pari a  $q = 2,5\%$ .

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

### 7.5.1 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  $\Delta V$  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 60 km/ora nella zona di scambio ed una velocità massima di 30km/ora sulla rampa, si ha:  $D_T = (30 \times 45) / (12.96 \times 0.8) = 130.21 \text{ m}$



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
RPA srl    Technital Spa    HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	23 DI 82

### 7.5.2 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  $t = 12 s$  e  $v_p$  espressa in m/s (da intendersi riferita all'elemento di raggio maggiore).

Per una velocità di progetto di 30km/ora si ha  $D_r = 12 \times 30 \times 1000 / 3600 = 100.00m$

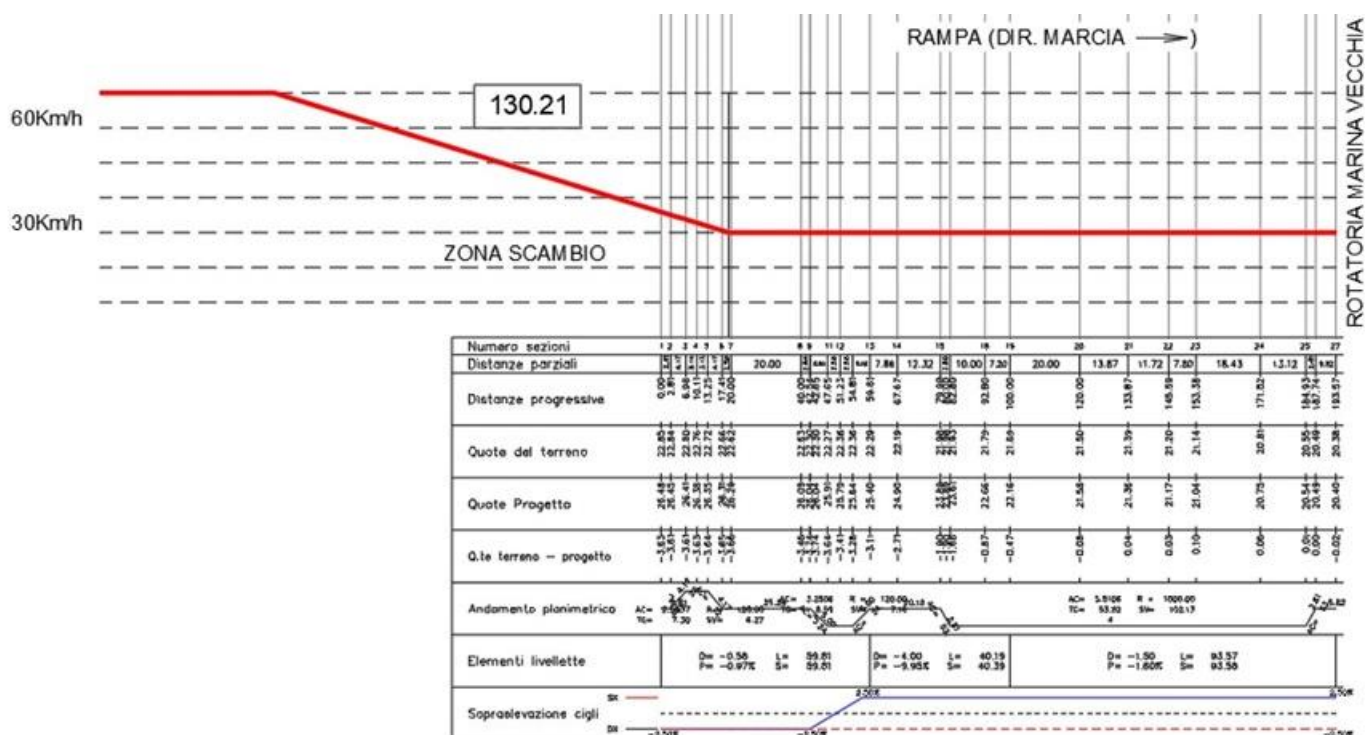
Secondo questo modello, l'apprezzamento di una variazione di curvatura dell'asse – che consente al conducente di modificare la sua velocità – può avvenire solo all'interno della distanza di riconoscimento. Quindi, per garantire la sicurezza della circolazione in caso di decelerazioni, la distanza di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

### 7.5.3 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: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 24 DI 82

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, condotta tenendo conto dei criteri progettuali utilizzati, è riportata nella tabella seguente.

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 (20m per velocità di 30km/ora) e la lunghezza massima è pari a al prodotto della velocità del tratto per 22.

**Tabella 7.7 – Verifica rettifili**

N° [#]	L [m]	V [km/h]	L <sub>min</sub> [m]	L <sub>max</sub> [m]	L rettilineo precedente o successivo [m]	L <sub>min</sub> <L<L <sub>max</sub>
1	2.81	30	20	660	40	VERIFICATO
5	25.24	30	20	660	-	VERIFICATO
9	20.18	30	20	660	-	VERIFICATO
13	5.82	30	20	660	50	VERIFICATO

**Tabella 7.8 – Verifica clotoidi**

N° [#]	A [#]	V [km/h]	R <sub>i</sub> [°]	R <sub>f</sub> [m]	q <sub>i</sub> [u.a.]	q <sub>f</sub> [u.a.]	criterio [-]	A <sub>min</sub> [#]	A <sub>max</sub> [#]	Conformità al D.M. 05/11/2001
2	22.36	30	-	120	-0.0250	-0.0250	dinamico	18.90	-	VERIFICATO
							cigli	31.62	-	
							ottico	40.00	120.00	
4	22.36	30	120.00	-	-0.0250	0.0250	dinamico	18.90	-	VERIFICATO
							cigli	31.62	-	
							ottico	40.00	120.00	
6	24.49	30	-	120.00	0.0250	0.0250	dinamico	18.90	-	VERIFICATO
							cigli	31.62	-	
							ottico	40.00	120.00	
8	24.49	30	120.00	-	0.0250	0.0250	dinamico	18.90	-	VERIFICATO
							cigli	31.62	-	
							ottico	40.00	120.00	
10	53.03	30	-	1000.00	0.0250	0.0250	dinamico	18.90	-	VERIFICATO
							cigli	91.29	-	
							ottico	333.33	1000.00	
12	53.03	30	1000.00	-	0.0250	0.0250	dinamico	18.90	-	VERIFICATO
							cigli	91.29	-	
							ottico	333.33	1000.00	



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 25 DI 82

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 sulla lunghezza delle curve circolari è riportata nella tabella seguente.

La lunghezza minima del raccordo circolare della norma è riferita al tempo limite necessario al conducente per percepire il tratto in curva pari a 2.5 secondi della velocità di percorrenza.

Il raggio minimo della curva necessario ad evitare lo sbandamento in curva per la velocità di percorrenza è pari a  $R = V^2 / 127x(q+ft)$  in cui V è la velocità di percorrenza, q è la pendenza in curva e ft quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente

**Tabella 7.9 – Verifica raccordi circolari**

N° [#]	L [m]	R [m]	V <sub>p</sub> [km/h]	L <sub>min</sub> [m]	q <sub>max</sub> [u.a.]	f <sub>t,max</sub> [#]	R <sub>min</sub> [m]	Conformità al D.M. 05/11/2001
3	6.27	120.00	30.00	20.833	0.07	0.147	58.057	VERIFICATO
7	7.16	120.00	30.00	20.833	0.07	0.147	58.057	VERIFICATO
11	102.13	1000.00	30.00	20.833	0.07	0.147	58.057	VERIFICATO

La verifica delle distanze di visuale libera è stata condotta verificando che lungo la curva circolare di 1000m di raggio della rampa di uscita sia garantita la distanza di visuale libera richiesta per l'arresto. Tale verifica, effettuata in asse corsia, è di seguito riportata.

**Tabella 7.10 – Verifica distanze di visuale libera**

Verifica visibilità planimetrica nelle curve - Rampa uscita (NV10)															
Curva	R	V	f <sub>e</sub>	i <sub>med</sub>	Da	Lc	Allarga mento	Altezza Rilevato	Distanza rete/barrie.	Franco Laterale	Franco min FL1	Franco min FL2	Dv1	Dv2	Conformità al
	m	km/ora	[-]	%	m	m	m	m	m	m	Da<Lc	Da>Lc	Da<Lc	Da>Lc	D.M. 05/11/2001
1	1000	30	0,51	-1,50	28,04	102,13	0	0	3	3	0,10	-	155	-	VERIFICATO

ove la notazione utilizzata in tabella è la seguente:

- R- raggio della curva in asse alla corsia/carreggiata per le strade di ricucitura
- V – velocità di progetto o valore del diagramma delle velocità di percorrenza;
- f<sub>e</sub> – coefficiente d'attrito equivalente;

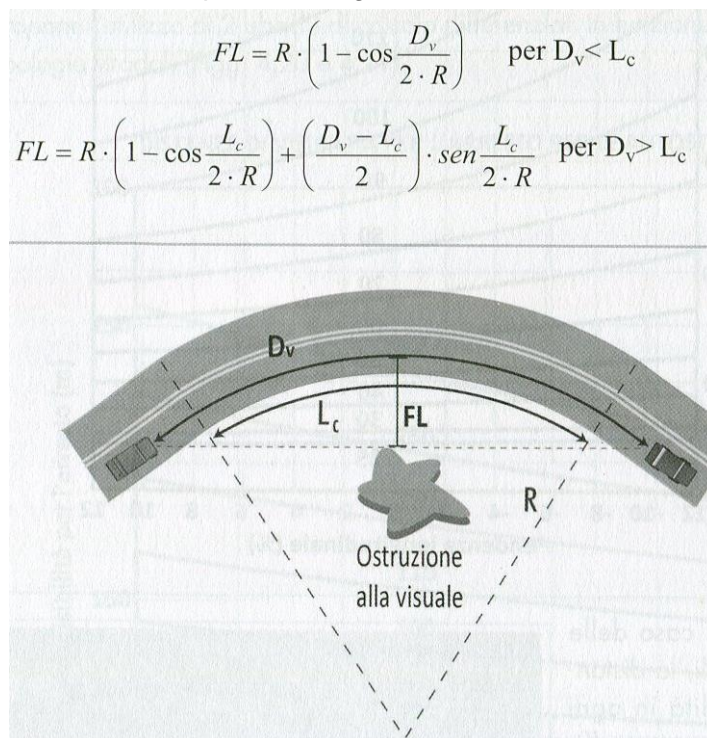
Valori del coefficiente equivalente										
V km/ora	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
f <sub>e</sub>	0.53	0.51	0.48	0.46	0.43	0.40	0.38	0.36	0.35	

- i<sub>med</sub> – pendenza longitudinale (in discesa valori negativi);
- D<sub>A</sub> – distanza di visuale libera richiesta per l'arresto;  $DA = 0.78 \cdot V - 0.0028 \cdot V^2 + V^2 / (254 \cdot (f_e + i))$
- L<sub>c</sub> – Sviluppo longitudinale della curva;
- E<sub>ad</sub> – Allargamento della corsia;
- altezza rilevato – altezza media del progetto dal piano di campagna (larghezza rilevato = altezza x 3/2)
- Distanza rete o barriera – distanza in rettilineo tra l'asse della corsia e la rete sul limite della proprietà agricola nelle strade interpoderali (5.00m = 1.50metà corsia + 0.50banchina + 0.50arginello)

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	26 DI 82

+ 2.50fosso drenante) o la barriera di sicurezza poste nelle strade parallele alla ferrovia (2.00m=1.50metà corsia + 0.50banchina) (unici due ostacoli alla visibilità nelle strade di ricucitura);

- *Franco Laterale* – Franco laterale disponibile (Somma della distanza in rettilineo fra asse corsia e rete/barriera + allargamento + larghezza del rilevato)
- *FL1* - Franco libero minimo necessario nel caso in cui  $D_v < L_c$
- *FL2* -Franco libero minimo necessario nel caso in cui  $D_v > L_c$
- $D_{V1}$  – distanza di visuale libera disponibile lungo la curva nel caso in cui  $D_v < L_c$
- $D_{V2}$  – distanza di visuale libera disponibile lungo la curva nel caso in cui  $D_v > L_c$ .



Dalla tabella si evince che, risultando  $D_v > D_A$  la verifica è soddisfatta.

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

PROGETTISTA:  
 Mandataria: Mandante:  
**RPA srl Technital Spa HUB Engineering Scarl**

PROGETTO ESECUTIVO:  
**NV10 – Relazione tecnica**

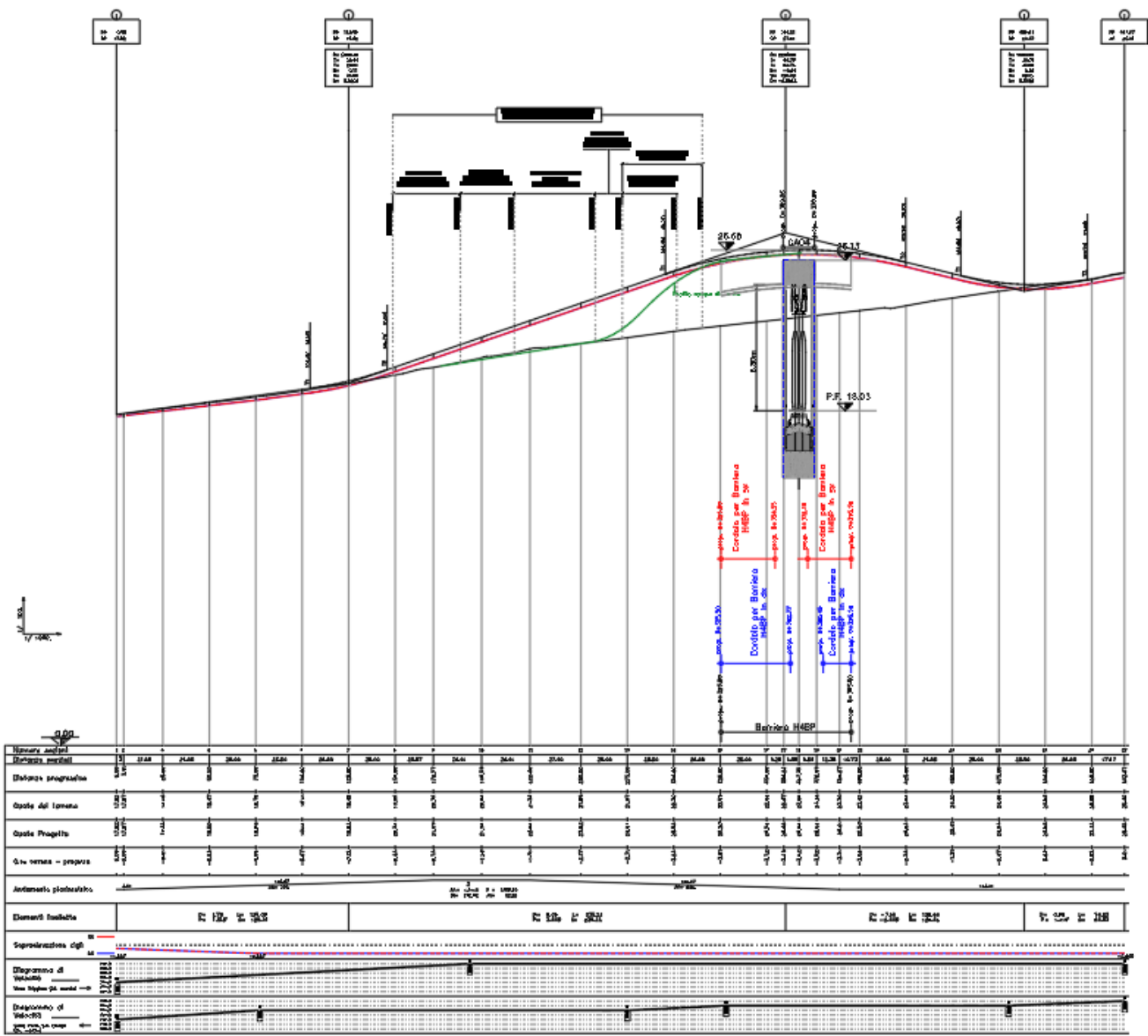
**RIASSETTO NODO DI BARI**

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

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	27 DI 82

## 8 ANDAMENTO ALTIMETRICO

### 8.1 Viabilità principale



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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
RPA srl <b>Technital Spa HUB Engineering Scarl</b>						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 28 DI 82

**Tabella 8.1 – Andamento altimetrico**

1	LIVELLETTA	Distanza:	125.00	Sviluppo:	125.01	Diff.Qt.:	1.70	Pendenza [%]:	1.36
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	0+000.00	Quota 1	17.82	Prog.2	0+104.21	Quota 2	19.24
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	0+000.00	Quota 1	17.82	Prog.2	0+125.00	Quota 2	19.52
2	PARABOLA	Distanza:	41.58	Sviluppo:	41.60	Raggio:	2000	Tangente:	20.81
		Freccia:	0.11	Raccordo:	concavo				
	ESTREMI	Prog.1	0+104.21	Quota 1	19.24	Prog.2	0+145.79	Quota 2	20.24
	VERTICE	Prog	0+125.00	Quota	19.52				
3	LIVELLETTA	Distanza:	235.21	Sviluppo:	235.35	Diff.Qt.:	8.09	Pendenza [%]:	3.44
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	0+145.79	Quota 1	20.24	Prog.2	0+295.48	Quota 2	25.38
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	0+125.00	Quota 1	19.52	Prog.2	0+360.21	Quota 2	27.61
4	PARABOLA	Distanza:	129.46	Sviluppo:	129.49	Raggio:	2200	Tangente:	64.76
		Freccia:	-0.95	Raccordo:	convesso				
	ESTREMI	Prog.1	0+295.48	Quota 1	25.38	Prog.2	0+424.94	Quota 2	26.03
	VERTICE	Prog	0+360.21	Quota	27.61				
5	LIVELLETTA	Distanza:	128.44	Sviluppo:	128.48	Diff.Qt.:	-3.14	Pendenza [%]:	-2.44
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	0+424.94	Quota 1	26.03	Prog.2	0+454.58	Quota 2	25.3
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	0+360.21	Quota 1	27.61	Prog.2	0+488.65	Quota 2	24.47
6	PARABOLA	Distanza:	68.14	Sviluppo:	68.15	Raggio:	1600	Tangente:	34.08
		Freccia:	0.36	Raccordo:	concavo				
	ESTREMI	Prog.1	0+454.58	Quota 1	25.30	Prog.2	0+522.72	Quota 2	25.09
	VERTICE	Prog	0+488.65	Quota	24.47				
7	LIVELLETTA	Distanza:	54.02	Sviluppo:	54.03	Diff.Qt.:	0.98	Pendenza [%]:	1.81
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	0+522.72	Quota 1	25.09	Prog.2	0+542.67	Quota 2	25.45
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	0+488.65	Quota 1	24.47	Prog.2	0+542.67	Quota 2	25.45

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

**Tabella 8.2 – Verifiche raccordo 2 (concavo)**

NV10-Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 2 - Direzione Triggiano														
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
70	0,4	1,36	3,44	2,40	86,38	2,08	2000	41,60	632	-	qualsiasi	-	80	si strada illuminata

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>29 DI 82</b>

NV10-Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 2 - Direzione San Giorgio														
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
50	0,46	-3,44	-1,36	-2,40	54,57	2,08	2000	41,60	323	-	qualsiasi	-	80	si

**Tabella 8.3 – Verifiche raccordo 4 (convesso)**

NV10- Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo convesso 4 Direzione Triggiano														
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
70	0,4	3,44	-2,44	0,50	88,51	5,88	2200	129,36	632	2102	-	90,55	-	si

NV10- Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo convesso 4 Direzione San Giorgio														
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
70	0,4	2,44	-3,44	-0,50	89,72	5,88	2200	129,36	632	2160	-	90,55	-	si

**Tabella 8.4 – Verifiche raccordo 6 (concavo)**

NV10-Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 6 - Direzione Triggiano														
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
70	0,4	-2,44	1,81	-0,32	89,49	4,25	1600	68,00	632	-	1929	-	78,00	si strada illuminata

NV10-Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 6 - Direzione San Giorgio														
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
60	0,43	-1,81	2,44	0,32	69,44	4,25	1600	68,00	464	-	1372	-	78,00	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;  $D_A=0.78*V-0.0028*V^2+V^2/(254*(fe+i))$
- $\Delta i$  - differenza  $\Delta i$  tra le pendenze delle livellette a monte e a valle del raccordo
- R- raggio del raccordo verticale



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital Spa    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 30 DI 82

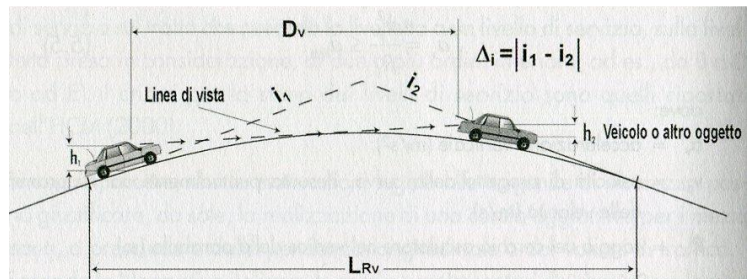
- $L_r$  – Sviluppo longitudinale del raccordo;
- $R_{comf}$  - il raggio altimetrico minimo per la verifica relativa al comfort;  $R_{comf}=0.129xV^2$
- $R_{min,arr}$  1- il raggio altimetrico minimo per assicurare una distanza di visuale libera pari a  $D_a$  nel caso in cui  $D_a < L_c$
- $R_{min,arr}$  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),  $D_v=D_a$

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:

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



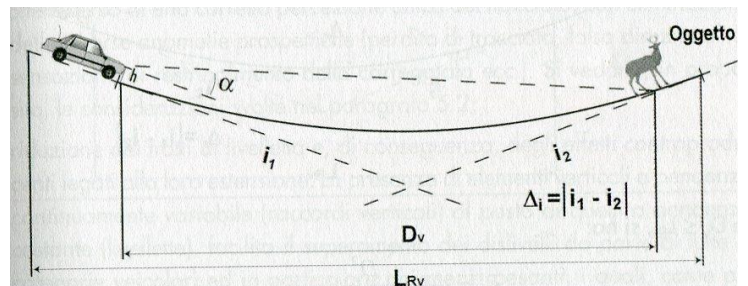
- *Raccordi concavi (sacche)* dove  $h_1=0.5m$  (altezza faro),  $\text{sen } 1^\circ = 0.01745$  (divergenza in alto del fascio luminoso con gli abbaglianti con una lunghezza utile di massimo 80m),  $D_v=D_a$ .

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:

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



Dalle tabelle si evince che

- nel raccordo convesso, risultando  $D_v > D_A$  la verifica è soddisfatta.
- nei raccordi concavi, essendo la strada illuminata, la verifica non è necessaria.

In caso di interruzione dell'impianto luminoso e con una lunghezza del fascio utile degli anabbaglianti di massimo 80m la verifica notturna risulta soddisfatta per una velocità di percorrenza di 65km/ora nelle due direzioni.

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:

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

Mandatario: Mandante:

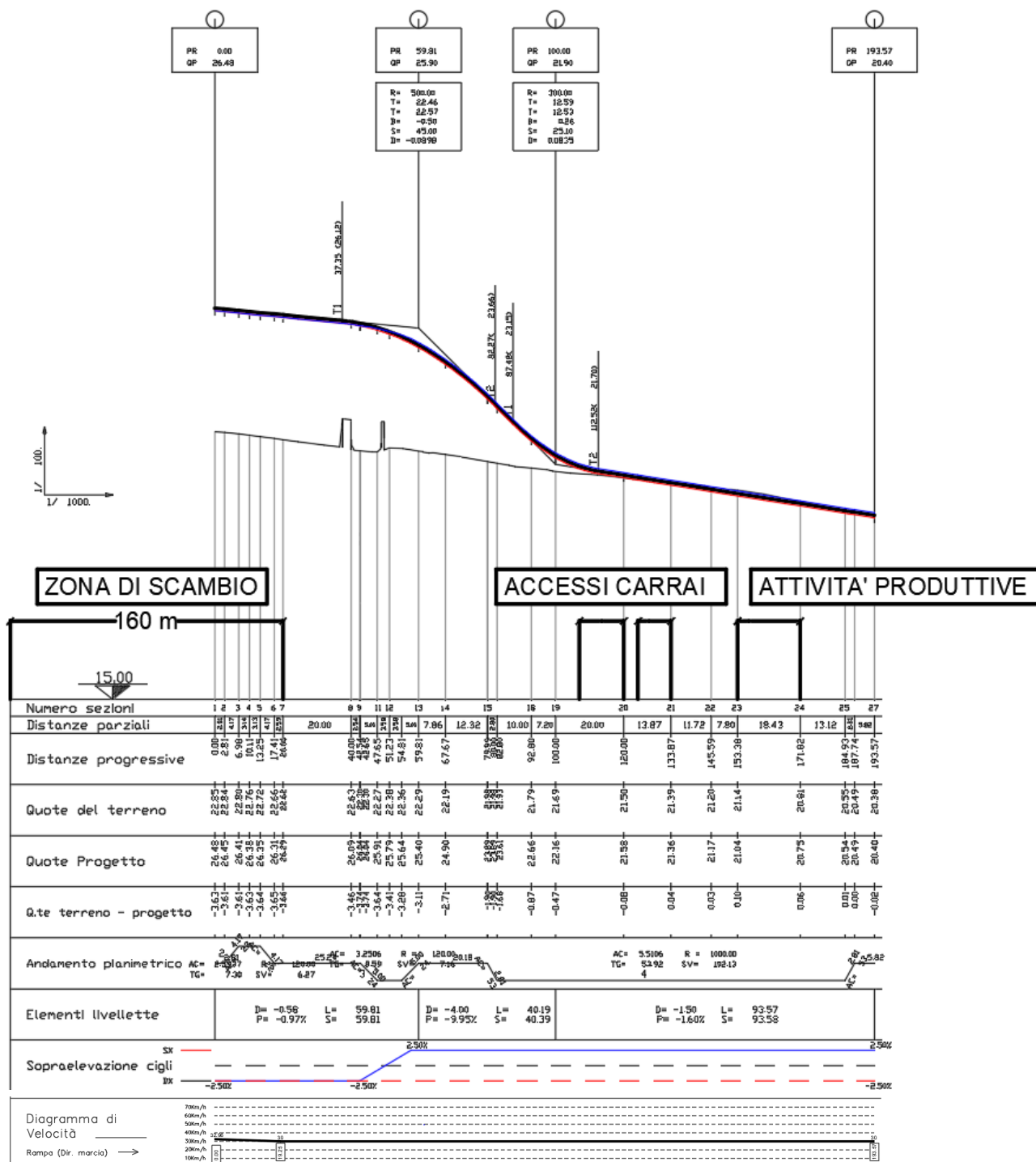
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	31 DI 82

NV10 – Relazione tecnica

### 8.2 Rampa di uscita



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 32 DI 82

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

**Tabella 8.5 – Andamento altimetrico**

1	LIVELLETTA	Distanza:	37.35	Sviluppo:	37.35	Diff.Qt.:	-0.36	Pendenza [%]:	-0.97
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	0+000.00	Quota 1	26.48	Prog.2	0+37.35	Quota 2	26.12
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	0+000.00	Quota 1	26.48	Prog.2	0+59.81	Quota 2	25.90
2	PARABOLA	Distanza:	45.00	Sviluppo:	45.02	Raggio:	500	Tangente:	22.46
		Freccia:	-0.50	Raccordo:	convesso				
	ESTREMI	Prog.1	0+37.35	Quota 1	26.12	Prog.2	0+82.27	Quota 2	23.66
	VERTICE	Prog	0+59.81	Quota	25.90				
3	LIVELLETTA	Distanza:	5.21	Sviluppo:	5.21	Diff.Qt.:	-0.51	Pendenza [%]:	-9.95
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	0+82.27	Quota 1	23.66	Prog.2	0+87.48	Quota 2	23.15
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	0+59.81	Quota 1	25.90	Prog.2	0+100.00	Quota 2	21.90
4	PARABOLA	Distanza:	25.04	Sviluppo:	25.10	Raggio:	300	Tangente:	12.59
		Freccia:	0.26	Raccordo:	concavo				
	ESTREMI	Prog.1	0+87.48	Quota 1	23.15	Prog.2	0+112.52	Quota 2	21.70
	VERTICE	Prog	0+100.00	Quota	21.9				
5	LIVELLETTA	Distanza:	81.05	Sviluppo:	81.05	Diff.Qt.:	-1.30	Pendenza [%]:	-1.60
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	0+112.52	Quota 1	21.70	Prog.2	0+193.57	Quota 2	20.4
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	0+100.00	Quota 1	22.16	Prog.2	0+193.57	Quota 2	20.4

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 progetto 30 km/h su tutto lo sviluppo longitudinale della rampa di uscita relativa alla NV10.

**Tabella 8.6 – Verifiche raccordo 2 (convesso)**

NV10-Rampa uscita - Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo convesso2														
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
30	0,51	-0,97	-9,95	-5,46	28,66	8,98	500	44,90	116	220	-	43,17	-	si

**Tabella 8.7 – Verifiche raccordo 4 (concavo)**

NV10-Rampa uscita- Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 4														
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
30	0,51	-9,95	-1,6	-5,78	28,71	8,35	300	25,05	116	-	401	-	24,00	si strada illuminata

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;



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:  
**NV10 – Relazione tecnica**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	33 DI 82

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

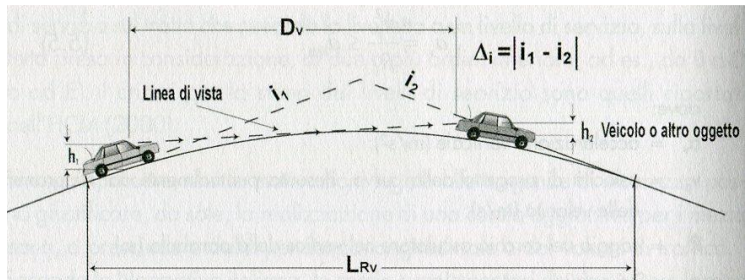
- $pend1$  –pendenza longitudinale prima livelletta
- $pend2$  –pendenza longitudinale seconda livelletta
- $imed$  – pendenza longitudinale media (in discesa valori negativi);
- $D_A$  – distanza di visuale libera richiesta per l'arresto;  $D_A=0.78 \cdot V-0.0028 \cdot V^2+V^2/(254 \cdot (f_e+i))$
- $\Delta i$  - differenza  $\Delta i$  tra le pendenze delle livellette a monte e a valle del raccordo
- R- raggio del raccordo verticale
- $L_r$  – Sviluppo longitudinale del raccordo;
- $R_{comf}$  - il raggio altimetrico minimo per la verifica relativa al comfort;  $R_{comf}=0.129 \cdot V^2$
- $R_{min,arr}$  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),  $D_v=D_a$

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:

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



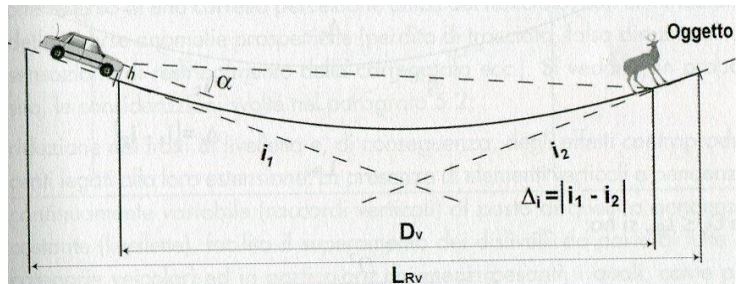
- **Raccordi concavi (sacche)** dove  $h_1=0.5m$  (altezza faro),  $\text{sen } 1^\circ = 0.01745$  (divergenza in alto del fascio luminoso con gli abbaglianti con una lunghezza utile di massimo 80m)),  $D_v=D_a$

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

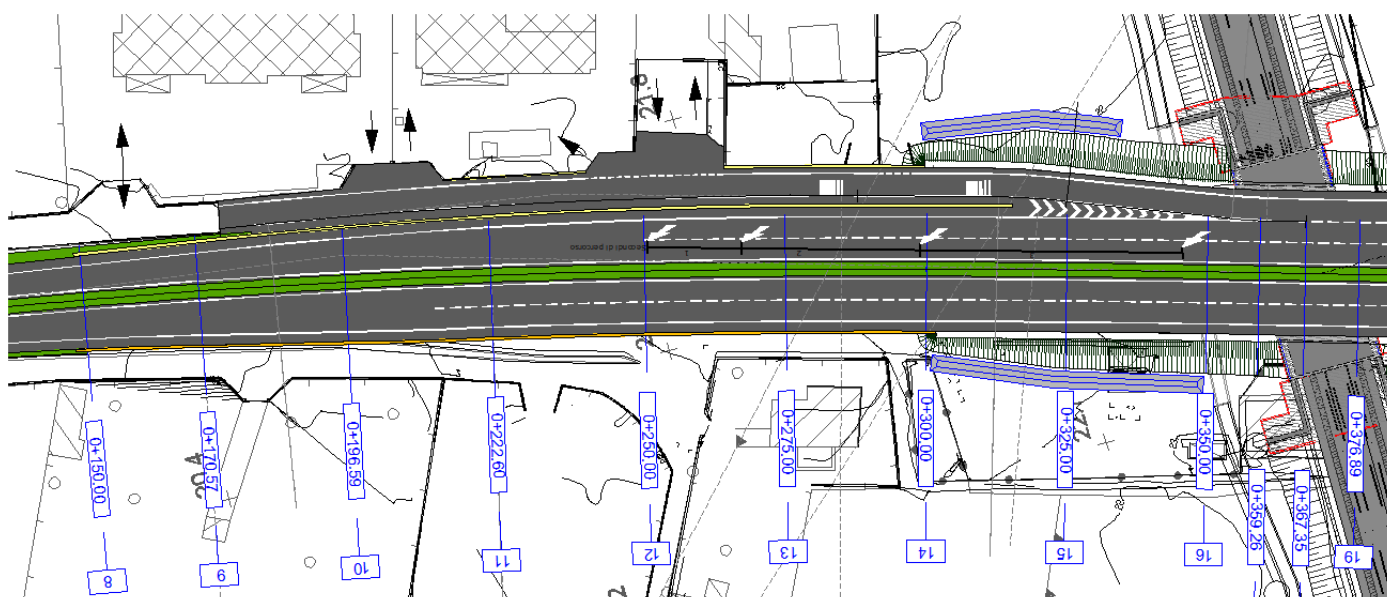
- nel raccordo convesso, risultando  $D_v > D_A$  la verifica è soddisfatta.
- nel raccordo concavo, essendo la strada illuminata, la verifica non è necessaria.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital Spa    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	34 DI 82

In caso di interruzione dell'impianto luminoso e con una lunghezza del fascio utile degli anabbaglianti di massimo 80m la verifica notturna risulta soddisfatta per una velocità di percorrenza di 25km/ora lungo la rampa.

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.

La scelta della pendenza massima in discesa e del raccordo concavo minimo è stata imposta dagli accessi carrabili, delle attività produttive presenti alla fine della rampa, sul complanare nord. Tali accessi non potevano essere delocalizzati sulla parallela via Giannarelli per l'impossibilità di far transitare gli autoarticolati su tale strada.



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV10 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 35 DI 82

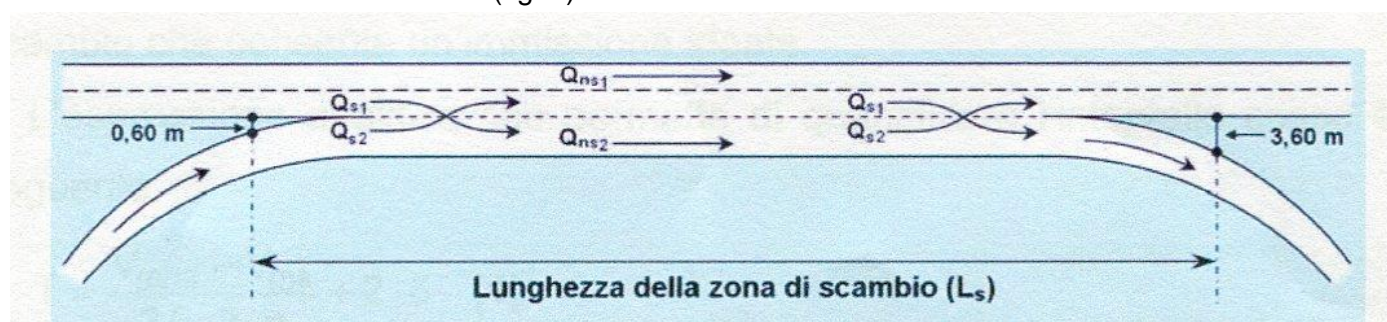
## 9 LA ZONA DI SCAMBIO

Il tronco di scambio fra l'ingresso nella SP60 da Via Giannarelli in direzione sud (Porto San Giorgio) e della rampa di uscita per la Complanare Sud è lungo complessivamente 150m con la linea tratteggiata, in cui è consentito lo scambio dei veicoli, di 115m.



La norma sulle intersezioni stradali vigente prescrive che il livello di servizio della zona di scambio non deve essere inferiore a quello della strada extraurbana principale (livello B).

Lo *scambio* su una carreggiata stradale è l'attraversamento reciproco, lungo una significativa lunghezza della carreggiata, di due correnti di traffico che procedono nella stessa direzione. Nelle intersezioni stradali fenomeni di scambio si verificano quando una rampa di immissione precede una rampa di uscita, e le due rampe sono collegate da una corsia ausiliaria formata dalla unione delle due corsie di immissione e di decelerazione. In questo caso lo scambio avviene fra il flusso di immissione che percorre la corsia ausiliaria e intende trasferirsi nella carreggiata corrente e il flusso di uscita che percorre la carreggiata corrente e vuole trasferirsi sulla corsia ausiliaria (fig. 1).



**Figura 1.** Schema di zona di scambio e portate veicolari di riferimento.

La *zona di scambio* è formata dal tratto di carreggiata in cui è stato eseguito l'allargamento. Essa è percorsa dall'insieme dei flussi di immissione e di uscita (*flusso di scambio*) e di quello lungo la carreggiata corrente che non è interessato alle manovre di immissione e di uscita (*flusso non di scambio*).

La lunghezza della zona di scambio è convenzionalmente definita come la distanza fra il punto ubicato nel triangolo di immissione dove la distanza fra il margine destro della carreggiata corrente dista 0.60 m dal margine sinistro della rampa di immissione, ed il punto del triangolo di uscita dove i due margini distano m 3.60. La lunghezza di scambio così calcolata è lunga 140m.



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 36 DI 82

Il metodo di progetto delle zone di scambio qui riportato è quello proposto dall'Highway Capacity Manual. Si tratta di un metodo di verifica: assegnate le caratteristiche geometriche della zona di scambio (lunghezza e numero di corsie a disposizione del flusso totale, di scambio e non di scambio), se ne calcola il livello di servizio.

In generale la geometria delle zone di scambio è tale che entrambi i flussi, di scambio e non di scambio, riescono a mantenere la stessa velocità media. Nel caso in cui la larghezza di carreggiata a disposizione del flusso di scambio risultasse insufficiente, la velocità di quest'ultimo potrebbe risultare alquanto inferiore a quella del flusso non di scambio: in questo caso si dice che il funzionamento della zona di scambio è *vincolato*.

Il punto di partenza del calcolo del livello di servizio di una zona di scambio è il calcolo della velocità media dei due flussi, di scambio e non di scambio, mediante la relazione:

$$v_i = 24 + \frac{v-16}{1+w} \quad (1)$$

dove:

$v_i$  = velocità (km/h) del flusso di scambio ( $i = s$ ) o non di scambio ( $i = ns$ )

$v$  = velocità di circolazione libera nel tratto di carreggiata che attraversa la zona di scambio

$w$  = *fattore di intensità di scambio*, il quale è una misura dell'attività di scambio.

Il fattore  $w$  viene calcolato mediante la seguente relazione:

$$w = \frac{a(1+V)^b(f/N)^c}{(L/0.3)^d} \quad (2)$$

dove:

$V$  = rapporto fra il flusso di scambio  $f_s$  e il flusso totale  $f$  nella zona di scambio. I flussi sono misurati in autovetture equivalenti per ora.

$N$  = numero complessivo di corsie della zona di scambio.

$L$  = lunghezza in metri della zona di scambio.

Tab. 1 – Coefficienti della formula (2)

Funzionamento della zona di scambio	Coefficienti in $v_s$				Coefficienti in $v_{ns}$			
	$a$	$b$	$c$	$d$	$a$	$b$	$c$	$d$
Non vincolato	0.226	2.20	1.00	0.90	0.020	4.00	1.30	1.00
Vincolato	0.280	2.20	1.00	0.90	0.020	4.00	0.88	0.60

I coefficienti  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  sono forniti dalla Tab. 1 per la velocità di scambio  $v_s$  e non di scambio  $v_{ns}$ , nei due casi di funzionamento vincolato e non vincolato della zona di scambio. Si ritiene che in una zona di scambio avente la configurazione della fig. 1 la larghezza di carreggiata a disposizione del flusso di scambio sia uguale a 1.4 corsie. Il numero di corsie necessario per un funzionamento non vincolato è dato dalla relazione:

$$N_s = \frac{2.19 \cdot N \cdot V^{0.571} (L/30)^{0.234}}{(v_s/1.6)^{0.438}} \quad (3)$$

Se risulta  $N_s > 1.4$  il funzionamento è vincolato.

Il calcolo ha inizio assumendo che il funzionamento sia non vincolato. Si leggono nella Tab. 1 i coefficienti  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  relativi a questa ipotesi, e si calcolano mediante la (1) le velocità  $v_s$  e  $v_{ns}$  dei flussi di scambio e

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 37 DI 82

non di scambio. Si calcola quindi mediante la (3) il numero  $N_s$  di corsie necessario per un funzionamento non vincolato. Se risulta  $N_s > 1.4$  si ripete il calcolo di  $v_s$  e  $v_{ns}$  introducendo nella (1) i valori dei coefficienti  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  relativi al funzionamento vincolato.

Si calcola infine la velocità media nello spazio  $v_m$  (km/h) nella zona di scambio mediante la relazione:

$$v_m = \frac{f_s + f_{ns}}{\frac{f_s}{v_s} + \frac{f_{ns}}{v_{ns}}} \quad (4)$$

e quindi la densità veicolare  $D$  in auto/km per corsia:

$$D = \frac{f/N}{v_m} \quad (5)$$

Il livello di servizio nella zona di scambio, definito secondo la metodologia dell'Highway Capacity Manual per le carreggiate autostradali, è indicato qui di seguito in funzione della densità veicolare  $D$ :

Densità	Livello di servizio
6.25	A
12.50	B
17.50	C
22.00	D
≤ 27.00	E
> 27.00	F

La portata massima della SP60 in corrispondenza dell'intersezione con via Giannarelli dipende dalla velocità di percorrenza che in quel tratto è di 70km/ora.

Dal grafico AASHTO relativo alle strade extraurbane principali si legge che per la velocità massima di 70km/ora ed il livello di servizio "B" la portata massima per corsia è di 770 veicoli all'ora.

VFL (km/h)		L.d.S.				
		A	B	C	D	E
100	max densità media (vett./km/corsia)	7	11	16	22	25
	velocità media $\bar{v}$ (km/h)	100,0	100,0	98,4	91,5	88,0
	max rapporto Q/C	0,32	0,50	0,72	0,92	1,00
	max portata di servizio (vett./h/corsia)	700	1100	1575	2015	2200
90	max densità media (vett./km/corsia)	7	11	16	22	26
	velocità media $\bar{v}$ (km/h)	90,0	90,0	89,8	84,7	80,8
	max rapporto Q/C	0,30	0,47	0,68	0,89	1,00
	max portata di servizio (vett./h/corsia)	630	990	1435	1860	2100
80	max densità media (vett./km/corsia)	7	11	16	22	27
	velocità media $\bar{v}$ (km/h)	80,0	80,0	80,0	77,6	74,1
	max rapporto Q/C	0,28	0,44	0,64	0,85	1,00
	max portata di servizio (vett./h/corsia)	560	880	1280	1705	2000
70	max densità media (vett./km/corsia)	7	11	16	22	28
	velocità media $\bar{v}$ (km/h)	70,0	70,0	70,0	69,6	67,9
	max rapporto Q/C	0,26	0,41	0,59	0,81	1,00
	max portata di servizio (vett./h/corsia)	490	770	1120	1530	1900

Verificando la zona di scambio con la procedura dell'AASHTO, per una lunghezza di 140.00m ed un flusso veicolare sulle due corsie di marcia della SP60 di  $770 \times 2 = 1540$  veicoli/ora ( $Q_{1ns}$ ), un flusso in entrata nella Complanare Sud di 100 veicoli/ora ( $Q_{1s}$ ) ed un flusso in uscita da via Giannarelli di 200 veicoli/ora ( $Q_{2s}$ ) ed un flusso di 100 veicoli/ora da Giannarelli alla Complanare sud ( $Q_{2ns}$ ) si ottiene una densità veicolare

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	38 DI 82

media nella zona di scambio di 11.69 autovetture/km/corsia inferiore alla densità richiesta per il livello di servizio di tipo B richiesto dalle Norme del 2006, con una velocità media delle correnti che scambiano  $v_s$  di 48.5 km/ora e una velocità media delle correnti che non scambiano  $v_{ns}$  di 56.7 km/ora.

Calcolo del livello di servizio della zona di scambio (metodo AASHO)														
Q1ns	Q1s	Q2ns	Q2s	Qt	V	L	Wns	Ws	Vlim	Vns	Vs	Vm	D	LivSer
1540	100	100	200	1940	0,155	140	0,343	0,794	60	56,75	48,52	55,30	11,69	B
1600	100	100	200	2000	0,150	140	0,351	0,812	60	56,56	48,29	55,14	12,09	
1700	100	100	200	2100	0,143	140	0,365	0,841	60	56,23	47,90	54,87	12,76	
1800	100	100	200	2200	0,136	140	0,379	0,870	60	55,90	47,53	54,59	13,43	C
1900	100	100	200	2300	0,130	140	0,394	0,899	60	55,57	47,17	54,31	14,12	
2000	100	100	200	2400	0,125	140	0,408	0,928	60	55,25	46,82	54,03	14,81	
2000	150	100	300	2550	0,176	140	0,528	1,088	60	52,80	45,07	51,25	16,59	D
2000	200	150	300	2650	0,189	140	0,578	1,157	60	51,88	44,40	50,28	17,57	

Allo stesso risultato si perviene attraverso le velocità massime rilevate dai diagrammi di velocità nel tratto della zona di scambio. Nel tratto corrispondente alla zona di scambio le velocità dei veicoli che:

- vanno dritti e non scambiano: 60 km/ora,
- escono dalla SP60: velocità media 45km/ora (passa da 60km/ora ad inizio della zona di scambio a 30 km/ora ad inizio rampa di uscita)
- entrano nella SP60: velocità media 45km/ora (passa da 30km/ora ad inizio della zona di scambio a 60 km/ora al termine della zona)
- percorrono la corsia più a destra: 30km/ora (flussi da via Giannarelli alla Complanare Sud)

La velocità media dei veicoli nel tratto della zona di scambio è di  $1940/(300/45+1540/60+100/30) = 54.4$  km/ora. Per queste velocità la densità veicolare media nella zona di scambio è di  $1940/3/54.4=11.89$  autovetture/km/corsia, inferiore al valore massimo della densità richiesta per di servizio di tipo B di 12.5 autovetture/km/corsia.

Il valore massimo dei flussi veicolari all'interno della zona di scambio, in cui il livello di servizio è stabile (livello C), si ricava dal grafico e dalla tabella seguenti, in cui per una lunghezza della zona di scambio di 140m ed una velocità media dei veicoli nel tratto maggiore di 50 km/ora si legge il valore di 2550 veicoli/ora.

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 ESECUTIVO:  
NV10 – Relazione tecnica

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	39 DI 82

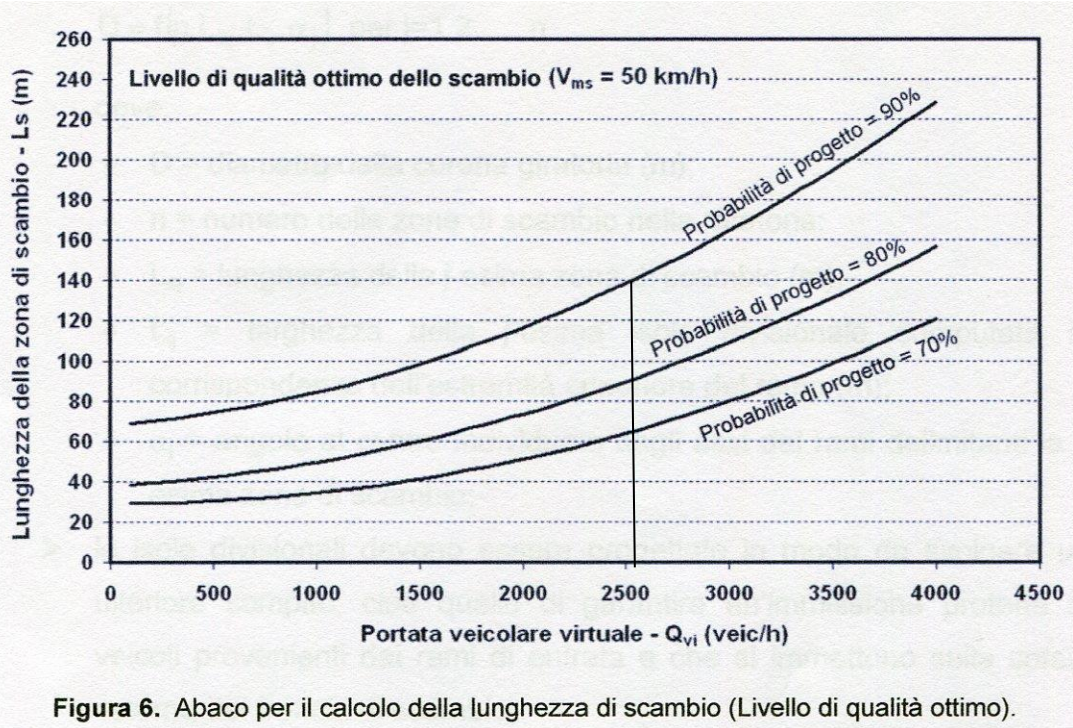


Figura 6. Abaco per il calcolo della lunghezza di scambio (Livello di qualità ottimo).

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	40 DI 82

## 10 ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA PER ISCRIZIONE DEI VEICOLI IN CURVA

Nei tratti in curva, il valore dell'allargamento delle corsie prescritto per consentire l'iscrizione dei veicoli è pari a:

$$E = \frac{45}{R}$$

dove R [m] è il raggio esterno della corsia (per R > 40 m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata). Qualora il valore  $E=45/R$  risultasse inferiore a 20 cm, le corsie possono conservare le larghezze che hanno in rettilineo – ossia l'allargamento effettivo  $E_{eff}$  risulta nullo –; di converso, laddove  $E=45/R$  risultasse maggiore o uguale a 20 cm, l'allargamento effettivo va posto pari a E.

$$E = \frac{45}{R} = \begin{cases} < 0.20 \rightarrow E_{eff} = 0 \\ > 0.20 \rightarrow E_{eff} = E \end{cases}$$

Nell'unica curva della NV10, di raggio R=1500 m, risulta

$$E = \frac{45}{1500} = 0.03 \text{ m}$$

Pertanto, non è necessario allargare la carreggiata in curva, avendosi:

$$E_{eff} = 0$$

Nelle prime due curve della rampa di uscita, di raggio R=120 m, risulta

$$E = \frac{45}{120} = 0.375 \text{ m}$$

Pertanto, l'allargamento effettivo risulta:

$$E_{eff} = 0.40$$

Nell'ultima curva della rampa, di raggio R=1000 m, risulta

$$E = \frac{45}{1000} = 0.045 \text{ m}$$

Pertanto, non è necessario allargare la carreggiata in curva, avendosi:

$$E_{eff} = 0$$



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	41 DI 82

## 11 SOVRASTRUTTURA STRADALE

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

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

### 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 "B" (il numero massimo dei veicoli in transito, all'ora per corsia e direzione, in condizione di flusso stabile).

Per una strada extraurbana principale la portata di servizio è di 1000 veicoli equivalenti/ora per corsia.

Il numero dei veicoli commerciali e dei bus equivalenti è stimato dal progetto definitivo al 16% ed è di  $1000 \times 0.16 = 160$  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  $160/2.5 = 64$  veicoli commerciali/ora.

Il TGM dei veicoli pesanti >3t è pari a  $0.5 \times 24 \times 64 = 768$  veicoli/giorno per direzione e per corsia.

### 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:

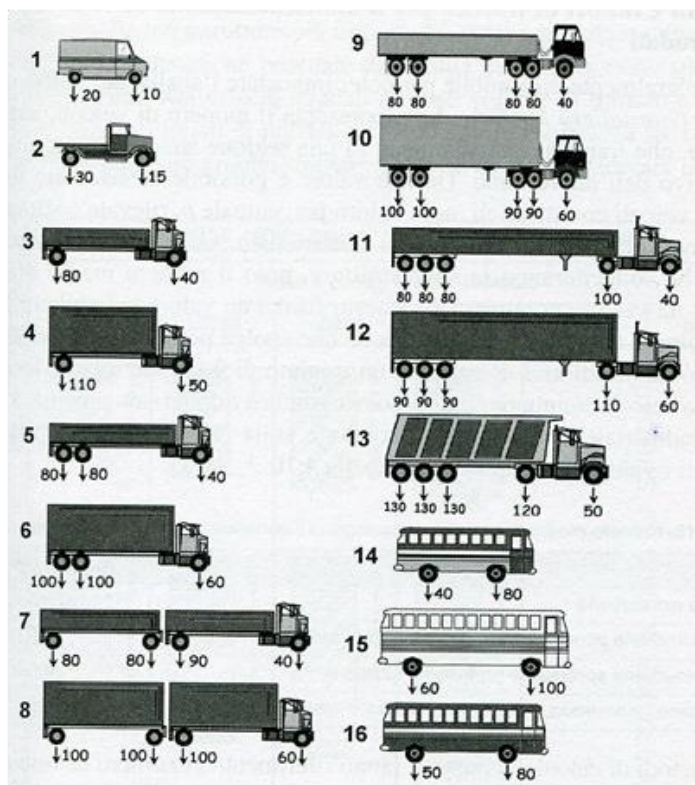
**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

**NV10 – Relazione tecnica**

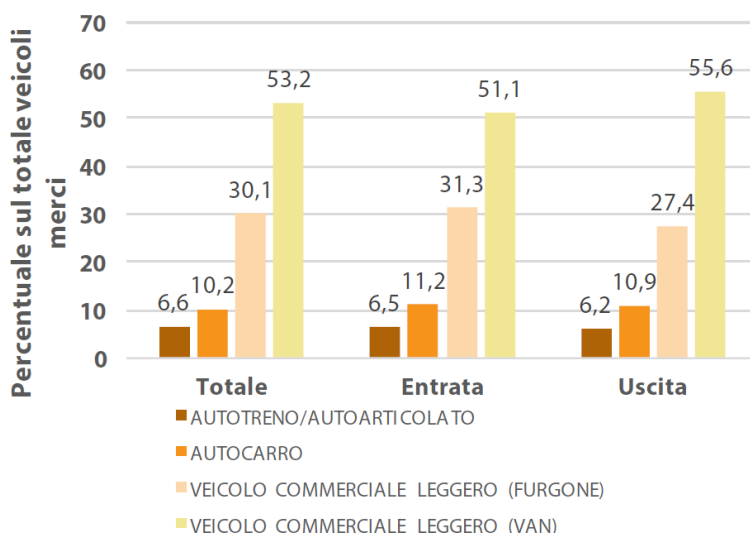
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	42 DI 82



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: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 43 DI 82

Nell'ambito dei veicoli >3t, necessari per il dimensionamento delle pavimentazioni, 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 20% (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  $0.8 \times 30.1 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 51.3\%$  (Veicoli tipo 1 e 2)

Autocarri  $0.8 \times 10.2 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 17.4\%$  (veicoli dal tipo 3 al 6)

Autotreni Autoarticolati =  $0.8 \times 6.6 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 11.3\%$  (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 in oggetto è la seguente:

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
52	0	7	6	2	2	3	3	1	3	0	1	0	20	0	0	<b>!Impostazione del carattere non valida</b>

### 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	1.207.395	-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%
<b>PUGLIA</b>	<b>3.953.305</b>	<b>3.822.184</b>	<b>-3,32%</b>

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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	44 DI 82

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.

### Verifica della pavimentazione stradale

Nel progetto definitivo, per la sovrastruttura stradale è stata prevista una configurazione di spessore complessivo pari a 51 cm costituita dai seguenti strati:

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

Strato	Materiale	Spessore
[-]	[-]	[cm]
usura	conglomerato bituminoso	8
binder	conglomerato bituminoso	7
base	conglomerato bituminoso	21
fondazione	misto granulare stabilizzato	15

Nel progetto esecutivo la pavimentazione stradale assume la configurazione riportata di seguito, caratterizzata da uno spessore complessivo di 44 cm.

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

Strato	Materiale	Spessore
[-]	[-]	[cm]
usura	conglomerato bituminoso	4
binder	conglomerato bituminoso	5
base	conglomerato bituminoso	15
fondazione	misto granulare stabilizzato	20

### 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;

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
RPA srl      Technital SpA    HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	45 DI 82

- “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”.

### 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.



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 46 DI 82

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:

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, nel tratto del restringimento di carreggiata si ha una corsia per senso di marcia.

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

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

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

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

Dati generali											
Strada	Categoria	Tipologia	TGM	$P_{vc}$	R	N	$n_{corsie}$	$R_{tc}$	$P_{vcc}$	$n_{vca}$	$T^N$
[-]	[-]	[-]	[veic/gg]	[%]	[%]	[anni]	[#]	[%]	[%]	[#]	[#]
NV10	Extraurbana principale	Flessibile	768	100%	0,5%	20	1	100%	100%	280320	5.880.865,64
	Extraurbana principale										

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

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

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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	47 DI 82

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

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

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

Noti questi coefficienti, si calcola quello medio, che è funzione 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:

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

dove il modulo resiliente  $M_r$  è espresso in MPa (N/mm<sup>2</sup>).

## Affidabilità

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

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

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

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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	48 DI 82

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

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

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

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

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

dove:

- $S_0$  è la deviazione standard della variabile  $\delta_0 = \log N_t - \log N_T$  che definisce l'affidabilità R%. La variabile è di tipo aleatorio, con legge di probabilità normale, con media pari a  $\delta_0$  e deviazione standard pari proprio a  $S_0$ .
- $Z_R$  è il valore della variabile standardizzata di  $\delta_0$  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: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	49 DI 82

<b>Tab. 5.2: Affidabilità</b>	
<b>R [%]</b>	<b>Z<sub>R</sub> [-]</b>
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.

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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	50 DI 82

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  $90 \text{ N/mm}^2$  e i  $105 \text{ N/mm}^2$

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

### Structural Number

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

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

L'espressione analitica dello structural number è la seguente:

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

dove:

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

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

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".



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 51 DI 82

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:

<b>Tab. 5.3: Coefficienti strutturali e di drenaggio</b>				
<b>Materiale</b>	<b>Coeff. strutturale <math>a_i</math></b>			<b>Coeff. drenaggio <math>m_i</math></b>
	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Med</b>	
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
Clis 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.

<b>Calcolo Structural Number</b>							
strato	s	materiale	$\alpha$	m	$a_{nm}$	a	SN
[-]	[cm]	[-]	[#]	[-]	[-]	[-]	[cm]
usura	4	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,420	0,420	9,87
binder	5	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,380	0,380	
base	15	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,280	0,280	
fondazione	20	misto granulare non legato	-	0,95	0,110	0,105	

### Indice di servizio

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

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.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	52 DI 82

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:

<b>Tipo Strada</b>	<b><math>PSI_f</math></b>
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  $N_{8.2}$ ) 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: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>D</b>	FOGLIO <b>53 DI 82</b>

Spettro di traffico								
Veicolo [-]	Tipo [#]	n [%]	asse [-]	P [kN]	B <sub>i</sub> [#]	A <sub>i</sub> [#]	CSN <sub>i</sub> [#]	n · CSN <sub>i</sub> [#]
autocarri leggeri	1	52,0%	S	10	0,401	3,463	0,00034	0,00018
			S	20	0,405	2,374	0,00423	0,00220
	2	0,0%	S	15	-	-	-	-
			S	30	-	-	-	-
autocarri medi e pesanti	3	7,0%	S	40	0,437	1,166	0,06824	0,00478
			S	80	0,691	0,000	1,00000	0,07000
	4	6,0%	S	50	0,470	0,777	0,16716	0,01003
			S	110	1,176	-0,512	3,25345	0,19521
autocarri pesanti	5	2,0%	S	40	0,437	1,166	0,06824	0,00136
			Tnd	160	0,691	-0,138	1,37554	0,02751
	6	2,0%	S	60	0,521	0,468	0,34052	0,00681
			Tnd	200	0,977	-0,495	3,12819	0,06256
autotreni e autoarticolati	7	3,0%	S	40	0,437	1,166	0,06824	0,00205
			S	90	0,817	-0,188	1,54087	0,04623
			S	80	0,691	0,000	1,00000	0,03000
			S	80	0,691	0,000	1,00000	0,03000
	8	3,0%	S	60	0,521	0,468	0,34052	0,01022
			S	100	0,977	-0,357	2,27415	0,06822
			S	100	0,977	-0,357	2,27415	0,06822
			S	100	0,977	-0,357	2,27415	0,06822
	9	1,0%	S	40	0,437	1,166	0,06824	0,00068
			Tnd	160	0,691	-0,138	1,37554	0,01376
			Tnd	160	0,691	-0,138	1,37554	0,01376
			S	60	0,521	0,468	0,34052	0,01022
10	3,0%	Tnd	180	0,817	-0,326	2,11953	0,06359	
		Tnd	200	0,977	-0,495	3,12819	0,09385	
11	0,0%	S	40	-	-	-	-	
		S	100	-	-	-	-	
		Trd	240	-	-	-	-	
		S	60	0,521	0,468	0,34052	0,00341	
12	1,0%	S	110	1,176	-0,512	3,25345	0,03253	
		Trd	270	0,817	-0,407	2,55412	0,02554	
mezzi d'opera	13	0,0%	S	50	-	-	-	-
			S	120	-	-	-	-
			Trd	390	-	-	-	-
autobus	14	20,0%	S	80	0,691	0,000	1,00000	0,20000
			S	40	0,437	1,166	0,06824	0,01365
	15	0,0%	S	100	-	-	-	-
			S	60	-	-	-	-
	16	0,0%	S	80	-	-	-	-
STANDARD	-	100%	S	80	0,691	-	-	1,17477

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:

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 54 DI 82

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

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	1,1748	6.908.681

## 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: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	55 DI 82

Calcolo della resistenza in assi standard					
R	Z <sub>r</sub>	S <sub>0</sub>	Log (W <sub>8,2</sub> )	W <sub>8,2</sub>	W <sub>8,2</sub> > N <sub>8,2</sub>
[%]	[#]	[#]	[#]	[#]	[-]
85,00%	-1,037	0,45	6,97	9.305.988	<b>OK!</b>

La verifica della pavimentazione risulta soddisfatta in quanto il numero W<sub>8,2</sub> di passaggi di assi equivalenti da 8,2 tonnellate, sopportabili dalla pavimentazione, è maggiore del numero N<sub>8,2</sub> 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 26 anni.

A parità di traffico, la pavimentazione del progetto definitivo sarebbe stata sufficiente per 14 anni.



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	56 DI 82

## 12 ELEMENTI DI RITENUTA

### 12.1 La normativa vigente

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

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

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

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

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

- D.M. del 3 giugno 1998:

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

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

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

- Circolare n° 62032 del 21/7/2010

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

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

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

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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	57 DI 82

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

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

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

## 12.2 I dispositivi di ritenuta adottati per il progetto esecutivo

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

**Tabella 12.1 – Barriere di sicurezza**

Barriera	Lunghezza	N.
[-]	[m]	[#]
barriera H4BP	160	-
barriera H3BP	343	-
barriera H2BL	372	-
barriera H4 new jersey	1115	-
profilo redirettivo H2	136	-
transizione H3BP-H2BL	25	-
transizione H4BP-H3BP	9	-
transizione H4BP-H2BL	28	-
terminale interrato H2BL	24	-
terminale new jersey	18,6	-
attenuatore d'urto classe 50	-	2
terminale tubolare	-	1

Nella progettazione esecutiva, si è recepita la normativa vigente. La 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:

**Tabella 12.2 – Tipologie di traffico**

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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	58 DI 82

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

**Tabella 12.3** – 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, per strade extraurbane principali (B) con un traffico tipo III (16% veicoli >3.5t), per il cavalcavia-ferrovia di via San Giorgio (SP60) andrebbero utilizzate barriere bordo ponte tipo H3-H4 nel tratto di scavalco, barriere bordo laterale tipo H2-H3 e tipo H3-H4 per le barriere spartitraffico.

La scelta fra la tipologia di barriera di livello di contenimento superiore od inferiore è lasciata dalle norme al progettista. Tale scelta dipende dalla velocità di percorrenza del tratto, dal numero di intersezioni presenti, dai restringimenti della carreggiata e soprattutto dal numero giornaliero e dal tipo dei veicoli commerciali > 3.5t previsti.

Gli attuali cartelli dei limiti di velocità installati dall'ente che gestisce la SP60 (Città metropolitana di Bari) prescrivono (in direzione nord verso Porto S. Giorgio) nel tratto a due corsie, dalla rotatoria Triggiano all'intersezione con via Giannarelli, un limite di 80 km/ora e nel rimanente tratto fino alla rotatoria di Marina vecchia un limite di 50km/ora ed il divieto di sorpasso nel tratto dove le corsie passano da due ad una.

In direzione sud verso Triggiano il limite di 80 km/ora parte dopo circa 100m dalla rotatoria Marina Vecchia. Nel tratto in adeguamento il progetto definitivo prevede di lasciare gli ingressi nelle complanari (Nord e Sud) e di chiudere tutti gli attuali ingressi stradali nella SP60, anche quello dell'attuale impianto carburanti esistente in carreggiata sud.

Il traffico giornaliero medio dei veicoli commerciali >3t e dei bus è stato stimato, nella verifica della pavimentazione stradale, in 781 veicoli per ciascuna corsia ovvero  $4 \times 781 = 3124$  veicoli pesanti nelle due direzioni di marcia al giorno.

Il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti ha elaborato nel 2014 una proposta di adeguamento delle attuali norme tecniche delle barriere stradali, correlando maggiormente il livello di contenimento delle barriere da adottare al Traffico giornaliero medio dei veicoli pesanti dei due sensi di marcia.

Per le strade extraurbane principali (cat. B) assegna un livello di traffico al quando il TGMp < 5000 veicoli giorno. Per tale traffico prescrive un livello di contenimento H3 per lo spartitraffico e H2 per bordo laterale dei rilevati, sui muri di sostegno e per i ponti di luce < 20m, e H3 per ponti da 20 a 100m e H4 oltre tale lunghezza. Prescrive inoltre che per le barriere laterali, che entro 12 m dal piede della scarpata hanno una

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	59 DI 82

strada in affiancamento di larghezza maggiore di 5m o abitazioni o strutture sensibili, di innalzare il livello di contenimento delle barriere laterali da H2 ad H3.

Sulla base di tali considerazioni si prevede di installare nel progetto esecutivo barriere spartitraffico H4, barriere laterali H3 lungo le complanari Sud e Nord od in corrispondenza di abitazioni e barriere laterali H2 nei rimanenti tratti.

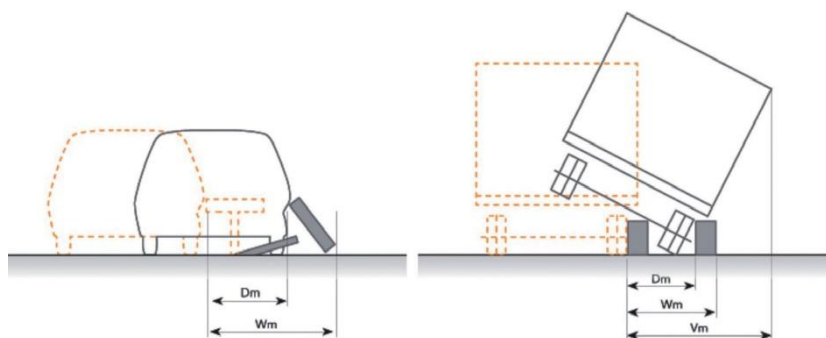
La scelta della barriera H4 sullo spartitraffico merita una riflessione.

Lo spartitraffico del progetto definitivo è largo 2.50m con un palo di illuminazione a doppio sbraccio fra le due barriere laterali. La distanza fra il ciglio della piattaforma stradale ed il palo di illuminazione è di 1.15m per un palo del diametro di 20cm. Per evitare che in caso di incidente le barriere possano urtare e far cadere il palo, è necessario che le prestazioni delle barriere oltre alla resistenza all'impatto abbiano anche una larghezza operativa (W) ed uno spazio di intrusione del veicolo (VI) inferiori a 1.15m

Larghezza operativa (Wm) è 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”;

Lo spazio di intrusione del veicolo (VIm), tipica degli autocarri, 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 12.1** – Schematizzazione di deflessione dinamica Dm, larghezza operativa Wm e intrusione del veicolo Vm per barriere metalliche



Le caratteristiche delle barriere da installare saranno pertanto solo le prime tre classi.

**Tabella 12.4** – 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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	60 DI 82

**Tabella 12.5 – 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

La normativa tecnica sulle barriere prescrive di installare sullo spartitraffico barriere H3 o H4.

Non esistono in commercio barriere H3 e H4 in cls od in acciaio che abbiano valori inferiori od uguali a W3 e VI3.

Sono disponibili in commercio con larghezza operativa W2 (≤0.80m) e larghezza di intrusione VI6(≤ 2.10m) solo barriere H4 in cls, tipo Anas NDBA o tipo Abesca H120, entrambi ancorate al suolo e fra i due elementi successivi delle barriere.

Non essendo possibile spostare i pali di illuminazione sui due bordi della carreggiata (occorrerebbe arretrali di circa 2m e non vi è spazio sufficiente) od eliminare del tutto l'illuminazione centrale da tale tratto (scelta inopportuna) si adottano barriere spartitraffico H4 in cls con larghezza operativa W2 e larghezza di intrusione VI6-VI8.

Il Manuale di progettazione del corpo stradale della Rete Ferroviaria Italiana (parte XI Linee guida per la sicurezza nell'affiancamento strada ferrovia), al punto 11.3.2.1-Cavalcaferrovia, prescrive (commi 2 e 3) che "il bordo della carreggiata stradale (sui cavalca ferrovia) 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 cavalca ferrovia siano dotati di percorsi pedonali laterali, occorrerà verificare che questi abbiano dimensioni adeguate a contenere la configurazione deformata della barriera di sicurezza. Qualora i cavalca ferrovia non siano dotati di percorsi pedonali laterali, deve essere verificato che le barriere siano poste in opera ad un'adeguata distanza dal bordo dei cavalca ferrovia 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 automezzi."

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 70m; lunghezza sullo scatolare (20m) + 25 m a monte e 25 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



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	61 DI 82

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. Tale estensione viene richiesta da ITF pari o superiore a 90 m.

La lunghezza delle barriere su ciascun ciglio in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, composte da H4 bordo ponte e H3 bordo laterale, è lungo 103m (70m H4+ 2x4.5 transizione +2x12 H3)

La barriera spartitraffico H4 per ciascuna carreggiata è lunga 474m di cui 30m su cordolo e 444m su asfalto (per tutta la lunghezza della barriera non vengono installati cordoli laterali di ciglio)

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 80m per la barriera metalliche H4Bp e H3Bl e per una lunghezza di 72m per la barriera H4bW2 in cls dello spartitraffico.

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 12.6 – Le caratteristiche delle barriere Anas adoperate**

Barriera	Crash test	Energia cinetica	L	L <sub>ridotta</sub>	Wm	Wm	Dm	Vim	Vim	ASI	ASI	THIV	Terreno
[-]	[-]	[kJ]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[-]	[-]	[km/h]	[-]
H2BL	TB11	40.6	91.0	55.0	W2	0.8	0.4	-	-	A	1.0	25.0	A1-A
	TB51	288.0	91.0	55.0	W5	1.7	1.6	VI7	2.3	-	-	-	A1-A
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
H3BP	TB11	40,6	80,0	50,0	0,7	W2	0,3			B	1,3	30,0	-
	TB61	462,1	80,0	50,0	1,6	W5	1,2	VI6	1.9				-
H4BP	TB11	40.6	80.0	50.0	0.7	W2	0.2	-	-	B	1.2	33.0	-
	TB81	724.0	80.0	50.0	1.7	W5	1.1	VI8	2.6	-	-	-	-
H4bW2 su asfalto	TB81	724.0	72.0	-	0.8	W2	0.73	VI8	2.6	B	1.26	-	-
H4bW2 su cordolo	TB81	724.0	72.0	-	0.8	W2	0.77	VI6	2.1	B	1.38	-	-

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**

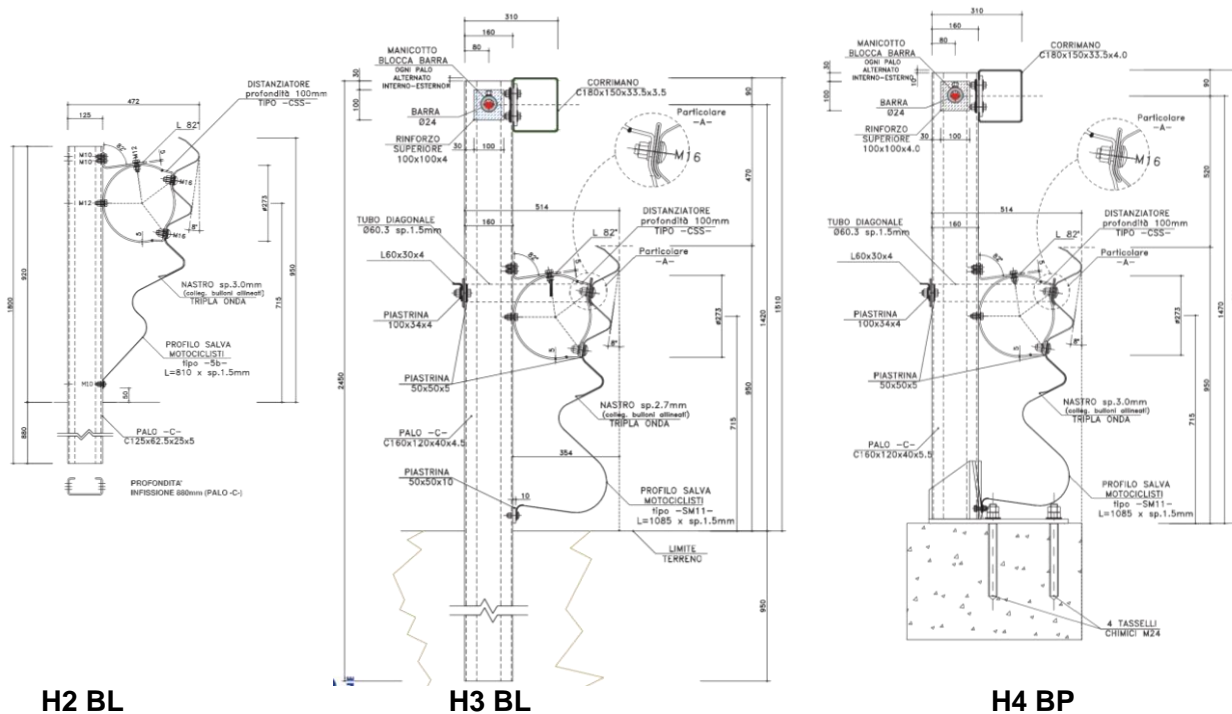
Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	62 DI 82

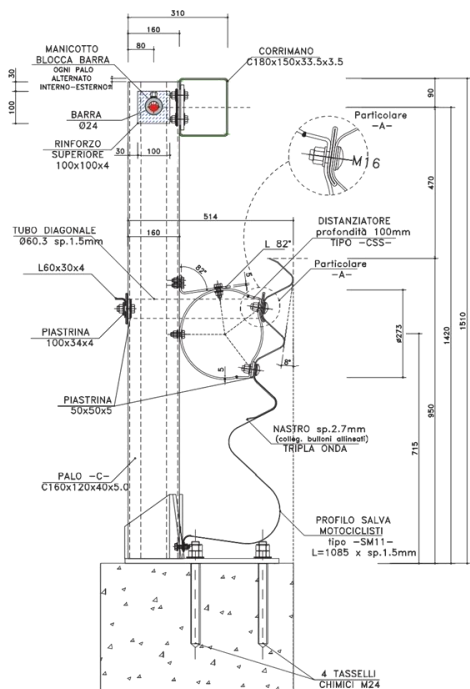
**NV10 – Relazione tecnica**



**H2 BL**

**H3 BL**

**H4 BP**



**H3BP**

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

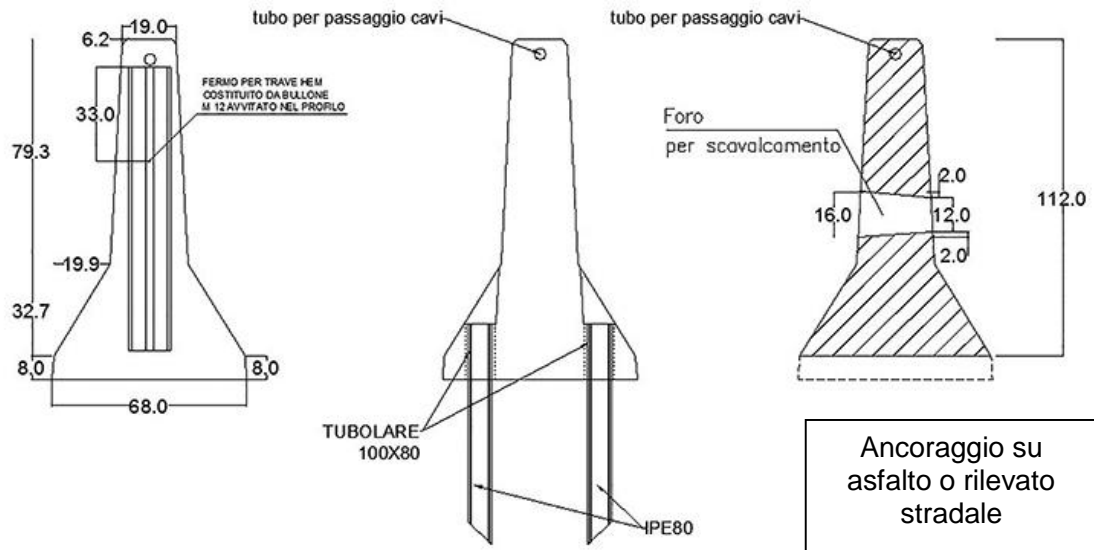
**RIASSETTO NODO DI BARI**

PROGETTISTA:  
 Mandataria: Mandante:  
**RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl**

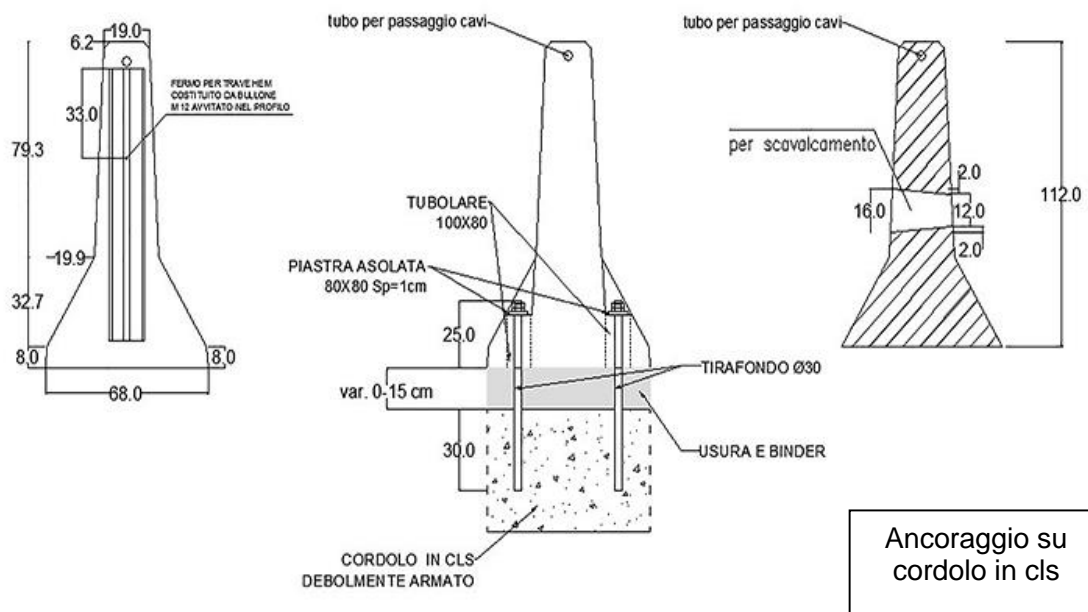
**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

PROGETTO ESECUTIVO:  
**NV10 – Relazione tecnica**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	63 DI 82



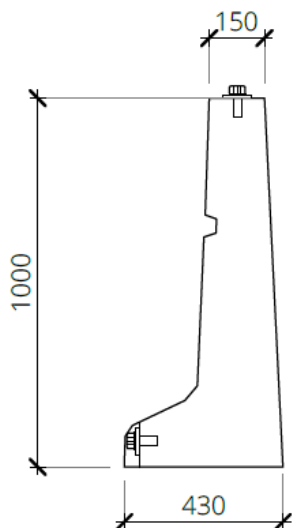
**H4bW2 su rilevato e asfalto**



**H4bW2 su cordolo**

Lungo il ciglio sinistro della rampa di uscita accosta al muro di sostegno è stata prevista una barriera redirettiva New Jersey tipo H2, appoggiata direttamente sulla pavimentazione in conglomerato bituminoso.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	64 DI 82



Parametri	Test Auto	Test Bus	Test Moto
	TB11-n. 678	TB51-n. 679	M013
Deflessione dinamica	W1	W1	-
Larghezza operativa	W1	W1	-
ASI	C	-	-
THIV	25 km/h	-	-
Energia d'urto	40,60 kj	288 kj	-
HIC	-	-	36
FX	-	-	571,59 N

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 70 m su ciascun ciglio – Sviluppo totale 140 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 totale 195 m (35+30+40+45+45)
- bordo laterale su muro classe H3BP (W5), interasse 1.50m per uno sviluppo totale 321m (150+171)
- transizione H3BP-H2BL lunga 13.5m per garantire prestazioni strutturalmente continue tra le due tipologie di barriere, per uno sviluppo complessivo di 13.5m (13.5x1)
- transizione H3BP-H3BL lunga 4.5m per garantire prestazioni strutturalmente continue tra le due tipologie di barriere, per uno sviluppo complessivo di 4.5m (4.5mx1)
- bordo laterale, classe H2 (W5), interasse 2.25m: lungo i tratti in rilevato di altezza superiore ad 1 m con uno sviluppo totale di 103.5 m;
- Terminale inclinato H2 della lunghezza di 8.0m con uno sviluppo totale di 8m (8x1)
- Terminale inclinato H3 della lunghezza di 8.0m con uno sviluppo totale di 16m (8x2)
- Terminali tubolari H3BL n.1
- Spartitraffico su asfalto o rilevato H4BW2, elementi prefabbricati lunghi 6.00m, per uno sviluppo complessivo di 1008m (504x2)
- Terminali H4bW2, elementi prefabbricati lunghi 6.00m, per uno sviluppo totale di 24m (6x4).
- Barriera re direttiva appoggiata al muro di sostegno della rampa (elementi lunghi 6.00m) per una lunghezza totale di 90m
- Terminale Trapezoidale della barriera re-direttiva per una lunghezza di 6.00m
- Attenuatore d'urto classe 50 n.2 di tipo parallelo



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

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

Mandatario: Mandante:

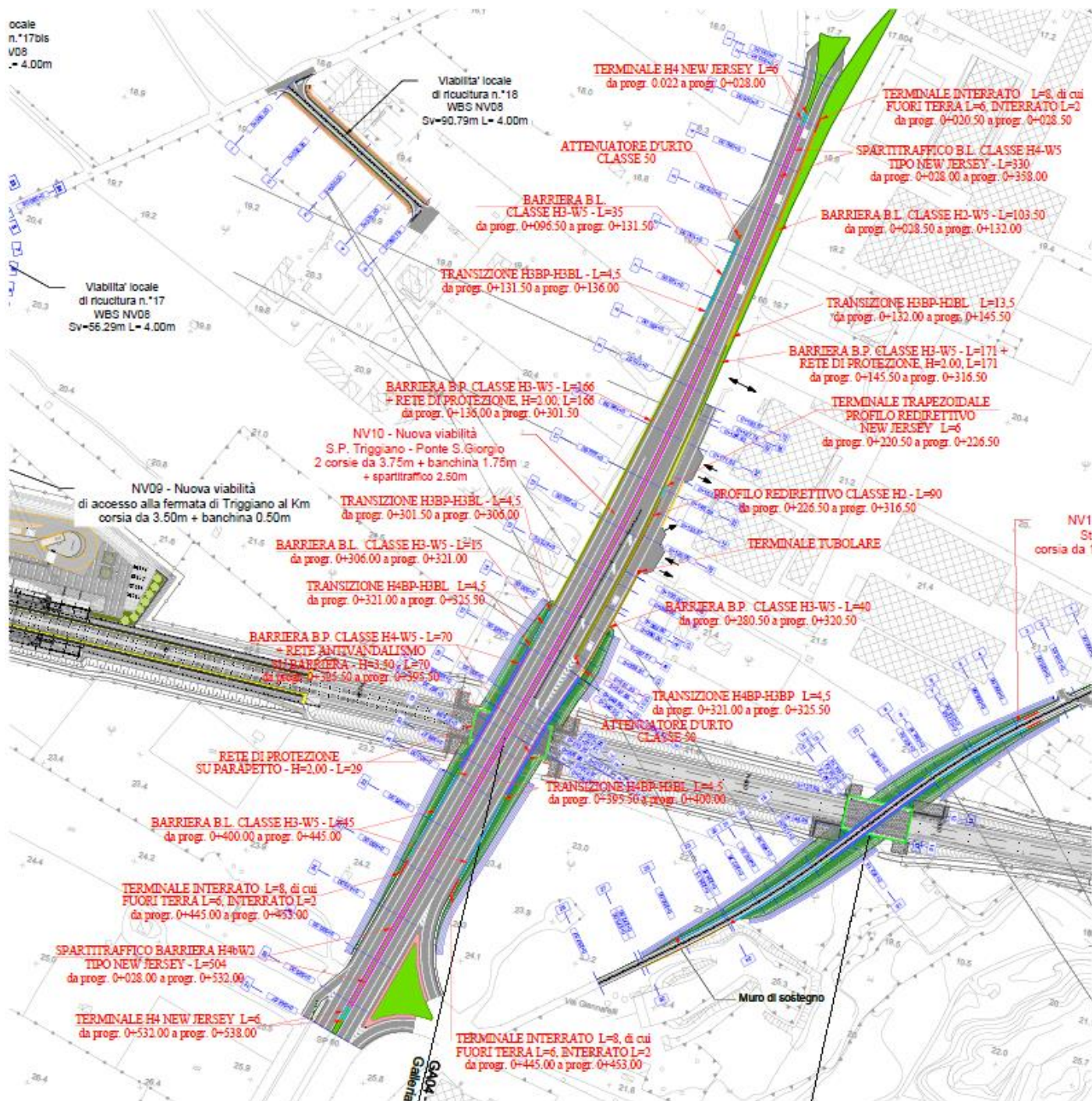
TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

RPA srl Technital Spa HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

NV10 – Relazione tecnica

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	65 DI 82





APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 66 DI 82

**Tabella 12.7 – Dispositivi di sicurezza utilizzati**

Elemento [-]	Tipo [-]	L [m]
H4BP	con rete antilancio integrata, H=3,50 m	140
H3BP	-	377
H3BL	-	140
H2BL	-	104
new jersey	profilo redirettivo	90
H3BP-H3BL	transizione	4.5
H3BP-H2BL	transizione	13.5
H4BP-H3BL	transizione	14
H4BP-H3BP	transizione	4.5
terminale H2BL	interrato	8
terminale H3BL	interrato	16
terminale H3BL	tubolare	n.1
terminale new jersey	profilo redirettivo	6.0
H4bW2	Spartitraffico su asfalto o rilevato	1008
Terminale H4bW2	Spartitraffico su asfalto o rilevato	24
attenuatore d'urto	classe 50 (L3.70m)	n.2

La lunghezza delle barriere su ciascun ciglio in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, composte da H4 bordo ponte e H3 bordo laterale, è lungo 152.5m (70m+ 2x4.5+25.5+48) in direzione Triggiano e 200.5m (70m+ 2x4.5+66+55.5) in direzione San Giorgio

Inoltre, in ottemperanza al Manuale di Progettazione "Ponti" di RFI, Parte III: Prescrizioni tecniche per i cavalcaferrovie (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. La lunghezza complessiva delle reti di protezione cieche ed aperte sono di 58m (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.

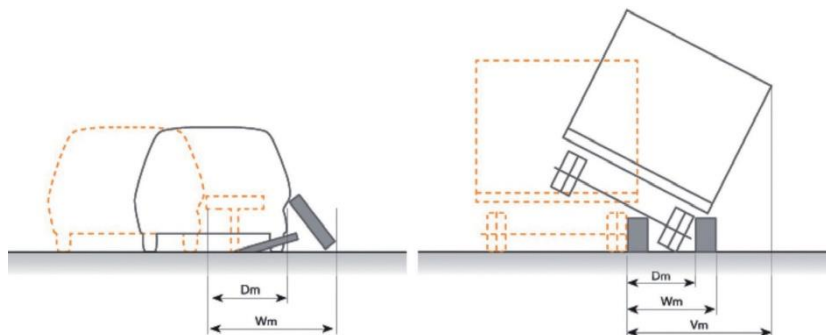
APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	67 DI 82

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

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

- Deflessione Dinamica ( $D_m$ ), 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 12.2** – 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:

**Tabella 12.8** – Livelli di larghezza operativa definiti dalle norme vigenti

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

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 68 DI 82

**Tabella 12.9 – Livelli di intrusione definiti dalle norme vigenti**

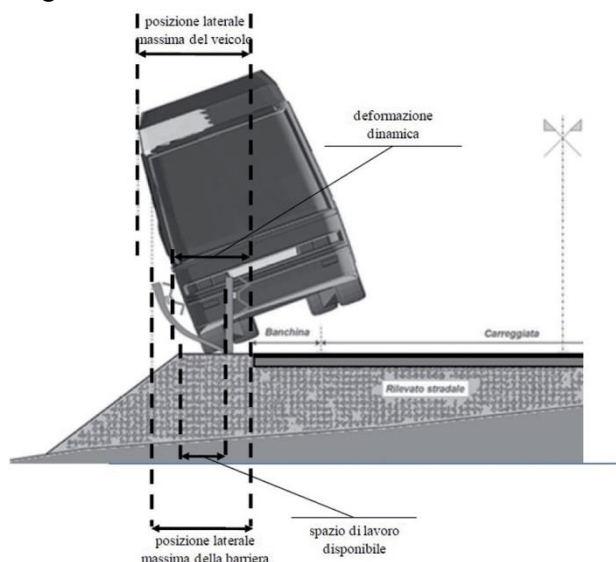
Classi di intrusione veicolo normalizzati [-]	VIm [m]
VI1	≤ 0,6
VI2	≤ 0,8
VI3	≤ 1,0
VI4	≤ 1,3
VI5	≤ 1,7
VI6	≤ 2,1
VI7	≤ 2,5
VI8	≤ 3,5
VI9	> 3,5

Tutte le barriere metalliche adottate hanno la stessa larghezza operativa W5 ( $W_m < 1.70m$ ) e tutte le barriere in calcestruzzo la larghezza operativa W2 ( $\leq 0,8$ ). Le misure dell'intrusione sono invece diverse e variano dall'intrusione minima della barriera H3 ( $VI6 \leq 2,1m$ ) alla massima della barriera H4 ( $VI8 \leq 3,5m$ ).

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

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

**Figura 12.3 – Schematizzazione del mezzo in svio**



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	69 DI 82

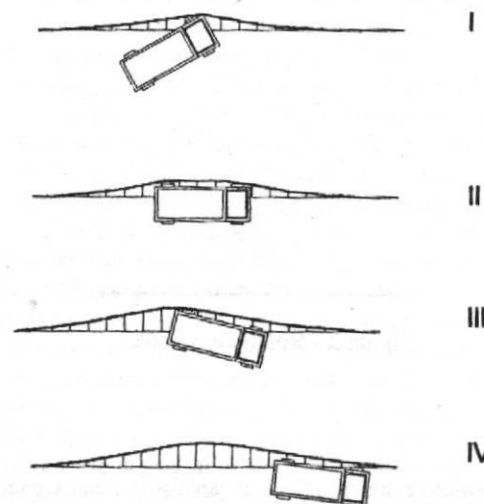
La verifica della configurazione geometrica dell'arginello, in presenza di barriere installate su di esso, è finalizzata a valutare le condizioni di rollio di un mezzo in svio verso il margine del rilevato dopo l'urto.

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.



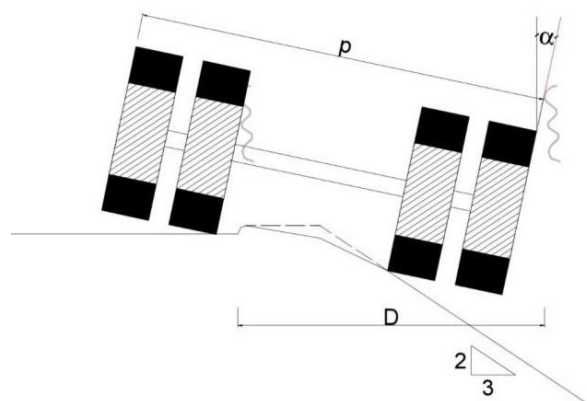
**Tabella 12.10** – Verifiche del mezzo in svio

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
H4bW2 su asfalto	TB81	65	20	38000	Autoarticolato	0.10
H4bW2 su cordolo	TB81	65	20	38000	Autoarticolato	0.05

Per verificare la stabilità del mezzo in svio è necessario stimare l'angolo d'inclinazione del mezzo ( $\alpha$ ) 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: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	70 DI 82

**Figura 12.4** – Schematizzazione del mezzo in svio;  $D$ ,  $p$  e  $\alpha$  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%,

$$\frac{0.23}{1.60} \cdot 100 = 14.40$$

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: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 71 DI 82

**Figura 12.5 – Prova di crash test**



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

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

$$1.60 - 0.70 = 0.90$$

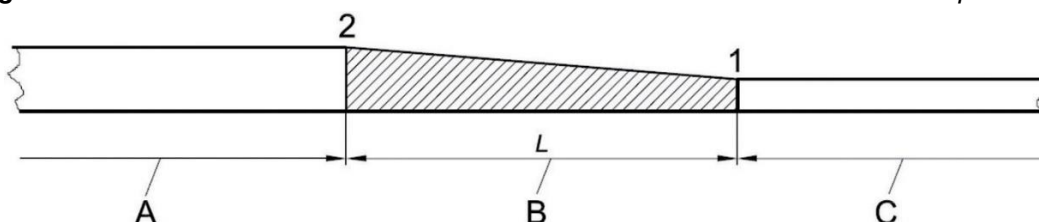
inferiore a 1.25 m dello spazio disponibile sul margine laterale. Dunque, con le scelte progettuali delle barriere e della configurazione geometrica dell’arginello e del rilevato viene scongiurato il pericolo di instabilità del mezzo in svio e viene garantita anche un’idonea larghezza del rilevato a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

## 12.5 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 12.6 – Schematizzazione della transizione tra barriere adiacenti di differenti prestazioni**



L’obiettivo della transizione (B) è quello di fornire una variazione graduale di rigidità e di contenimento nel passaggio dalla prima (A) alla seconda barriera (C), aventi differente sezione trasversale o diversa rigidità laterale. L’impiego delle transizioni consente, pertanto, di evitare pericolose discontinuità nel

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
RPA srl      Technital SpA    HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	72 DI 82

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 rigidità 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 rigidità 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 12.11 – Lunghezze minime per gli elementi di transizione**

Barriera	Dm	Barriera	Dm	k	Dm <sub>eq</sub>	$\Delta D_m$	L
[-]	[m]	[-]	[m]	[#]	[m]	[m]	[m]
H3BL	1.3	H4BP	1.1	0.90	0.99	0.31	3.88
H2BL	1.6	H3BL	1.3	0.50	0.65	0.95	11.88

Nelle figure seguenti sono rappresentate le transizioni tipo ANAS H3BL-H2BL, con uno sviluppo complessivo di 13.5 m e le transizioni H4BP-H3BL e H3BP-H3BL 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.**

PROGETTISTA:  
 Mandataria: Mandante:  
**RPA srl Technital Spa HUB Engineering Scarl**

**RIASSETTO NODO DI BARI**

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

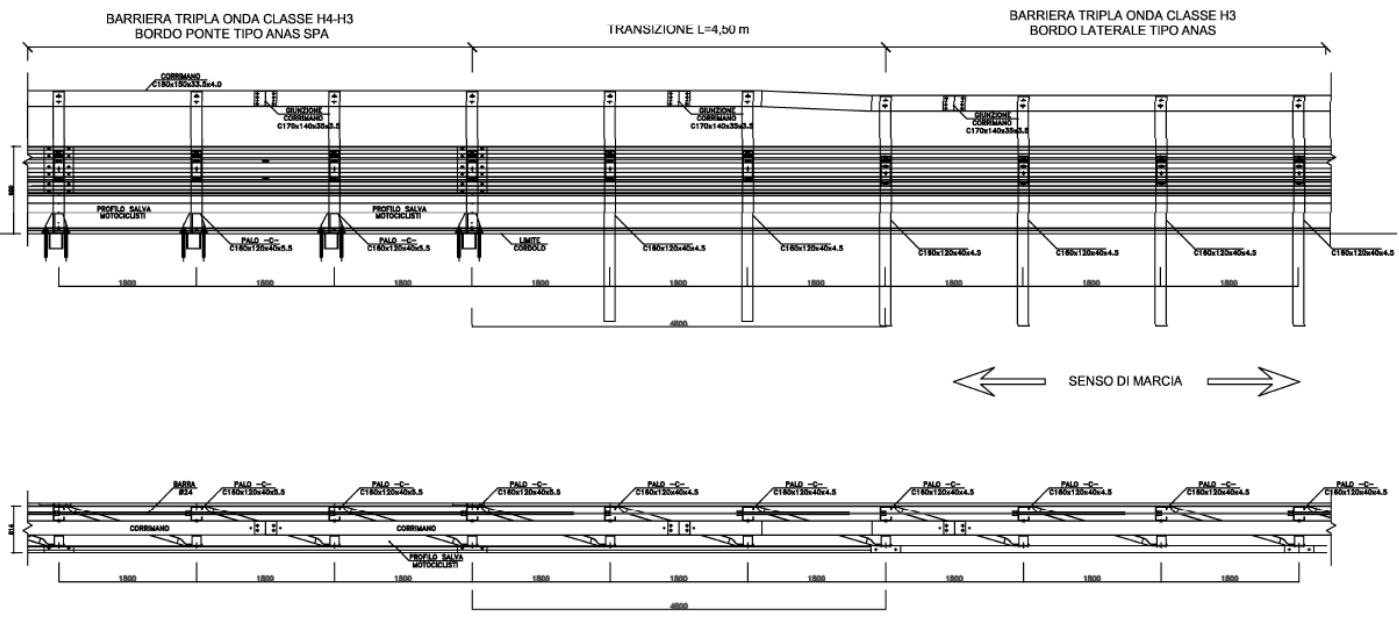
PROGETTO ESECUTIVO:  
**NV10 – Relazione tecnica**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	73 DI 82

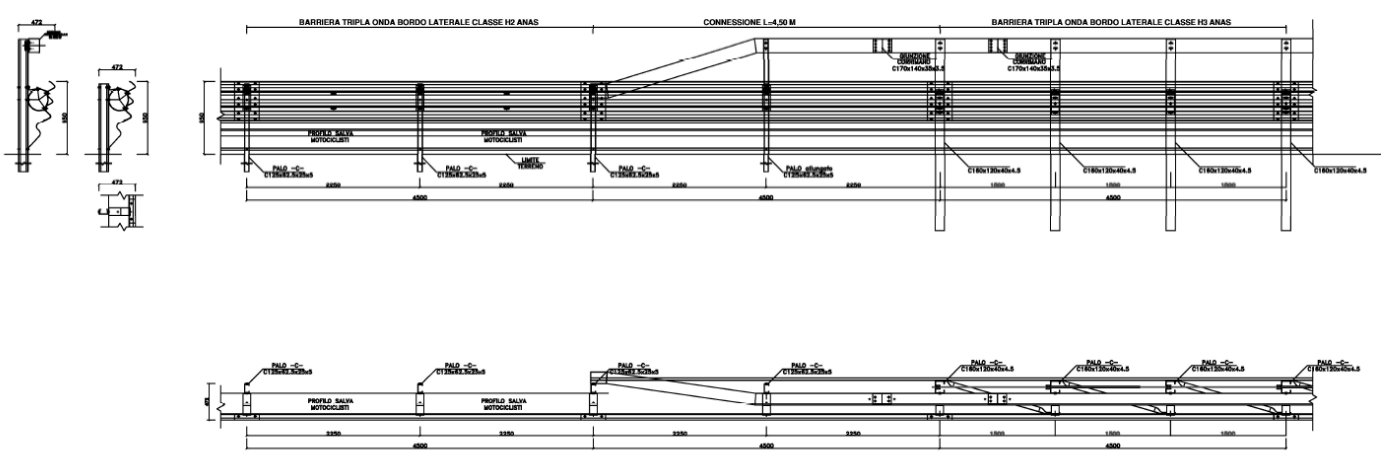
Tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi e i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere.

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**

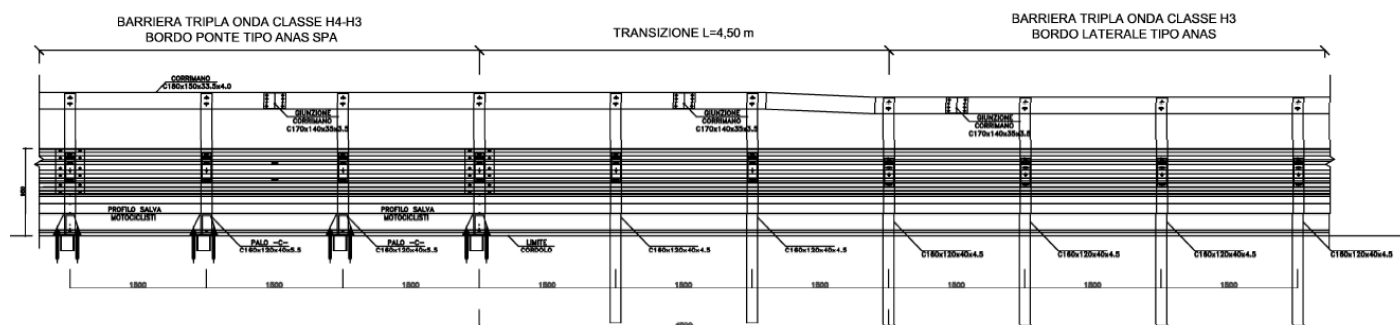


**Transizione H3 BL(H3BP) – H2 BL**



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl    Technital Spa    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	74 DI 82

### Transizione H3 BL – H3 BP



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

## 12.6 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



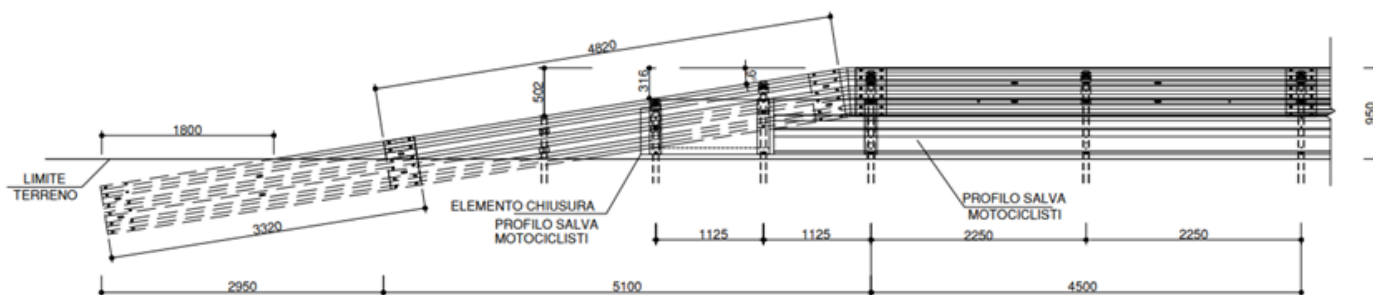
APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	75 DI 82

di un elemento terminale della lama principale sagomato “a manina” o “a tubo”. Per le barriere che proseguono verso gli accessi carrabili della complanare Nord si è optato per il terminale a tubo.

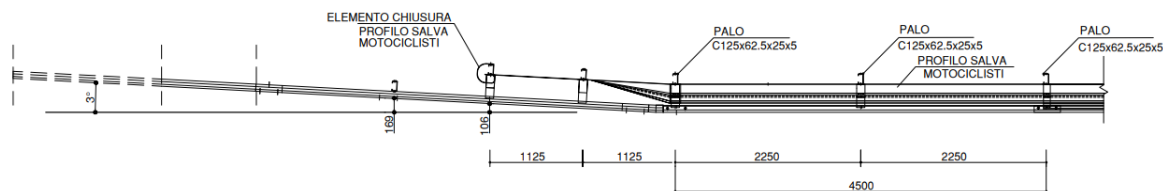
Il terminale semplice interrato è quello indicato nelle prove del crash test per la barriera H2BL tipo Anas.

Il terminale presenta il nastro che termina immerso nel terreno e che, nella discesa verso il basso, devia leggermente verso l'esterno della strada.

**Figura 12.7 – Terminale interrato. Vista laterale**

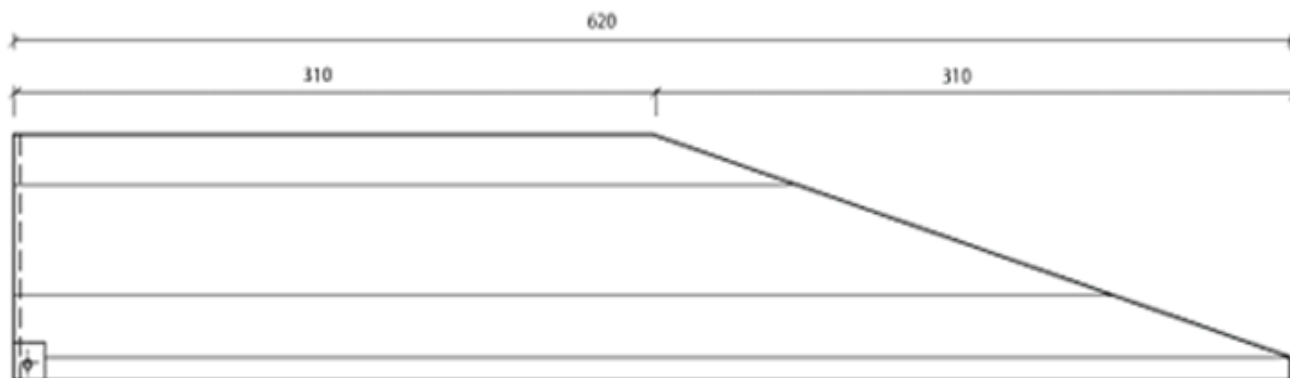


**Figura 12.8 – Terminale interrato. Vista dall'alto**



I terminali delle barriere in cls tipo New Jersey hanno moduli sagomati a forma trapezoidale.

**Figura 12.9 – Barriera terminale trapezoidale in cls di tipo New Jersey**



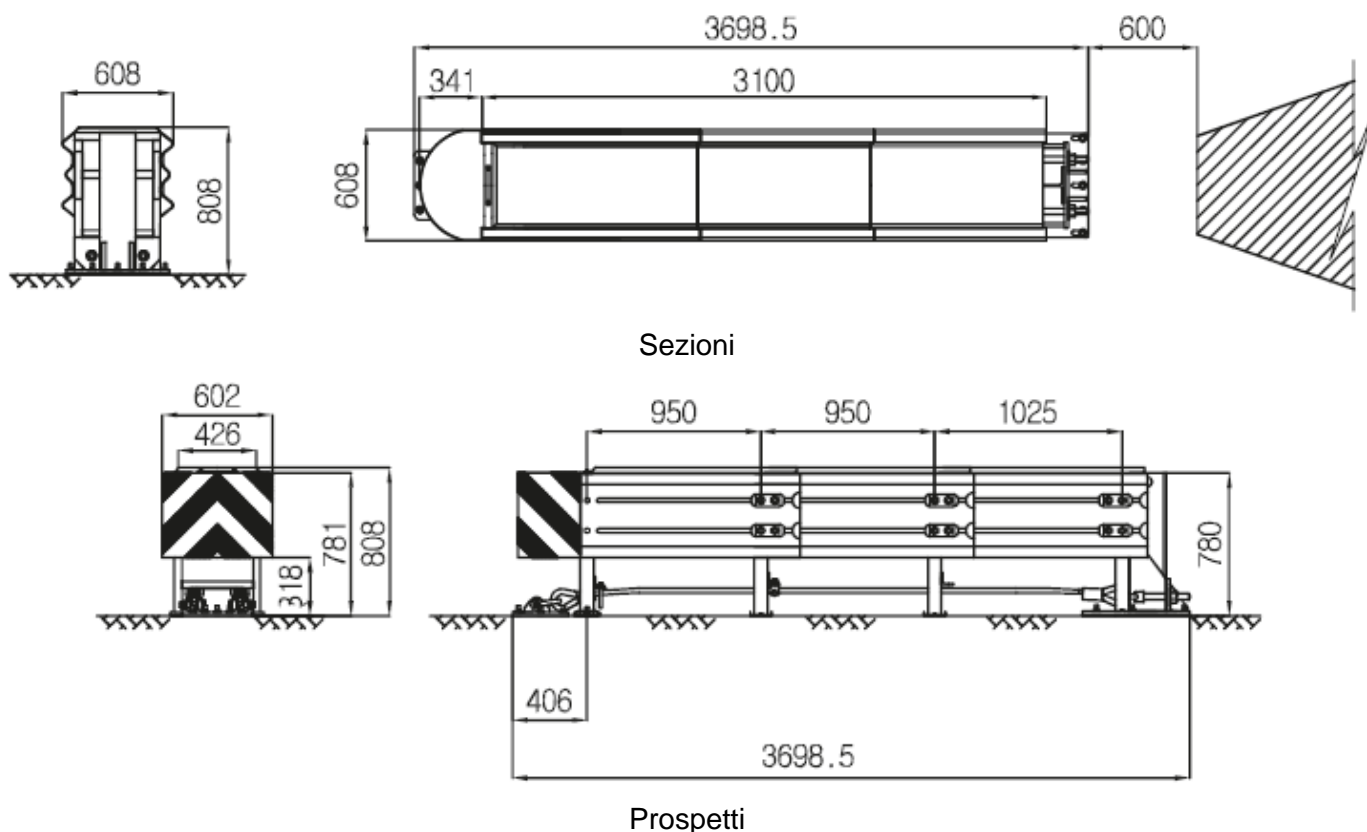
APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 76 DI 82

## 12.7 Attenuatori d'urto

Per velocità inferiori a 90km/ora la normativa prevede che si debbano instare nelle cuspidi attenuatori di classe 50 testati con la prova EN-1317-3

La larghezza di installazione disponibile, prima dei muri di sostegno paralleli alla rampa di uscita della complanare Nord e della complanare Sud, è di 80cn.

Con tale spazio a disposizione si possono installare solo dispositivi paralleli di forma lunga e stretta (come il modello tipo CCSII)



Il cordolo di fondazione per poter installare i supporti scorrevoli dell'attenuatore, è alto 20cm, largo 67cm e lungo 388cm ed è qui di seguito riportato



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

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

Mandatario: Mandante:

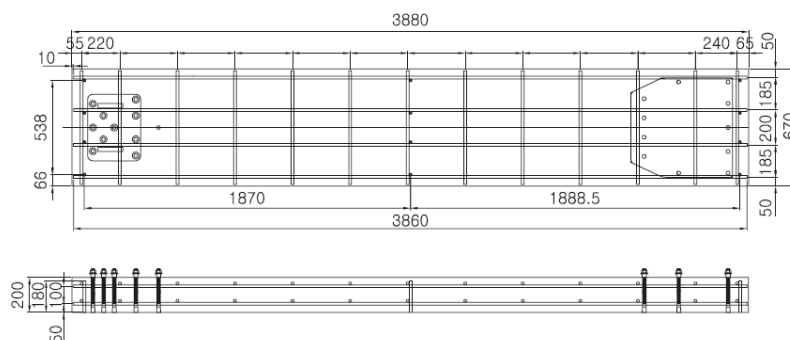
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

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

PROGETTO ESECUTIVO:

NV10 – Relazione tecnica

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	77 DI 82



### L'installazione dell'attuatore sul cordolo



1) Tracciare una linea centrale utilizzando uno spago



2) Posizionare la piastra anteriore e la piastra di rotazione.



3) Realizzare i fori per il supporto posteriore e la piastra anteriore



4) Inserire i tasselli per il supporto posteriore



5) Posizionare e fissare le piastre con rondelle e dadi



6) Fissare l'elemento di supporto posteriore con rondelle e dadi



7) Collegare i cavi al supporto posteriore con rondelle e dadi



8) Posizionare gli elementi verticali



9) Collegare i cavi alla piastra anteriore e agli elementi verticali



10) Collegare le lame con cursori, dadi e rondelle e posizionare il frontale



11) Mettere i cavi in tensione



12) Installazione completata

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	78 DI 82

### 13 SEGNALETICA

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

La segnaletica verticale ha previsto segnali di precedenza, divieto ed 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.

I limiti di velocità installati sono quelli che derivano dal diagramma delle velocità riducendoli di 10km/ora.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato "*Planimetria segnaletica*".

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV1000 001	REV. D	FOGLIO 79 DI 82

#### **14 VIABILITÀ PROVVISORIA DURANTE LE FASI REALIZZATIVE**

Le lavorazioni riguardano la demolizione delle opere relative al tratto esistente della SP60 e la successiva realizzazione della viabilità di progetto.

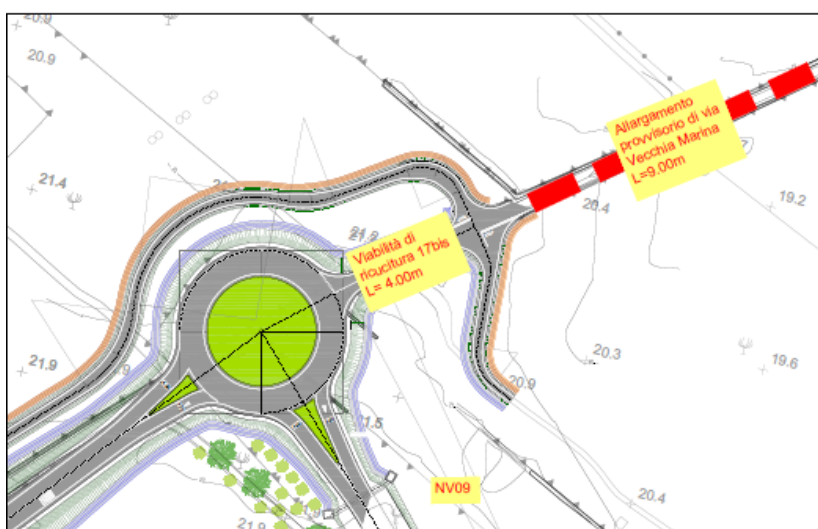
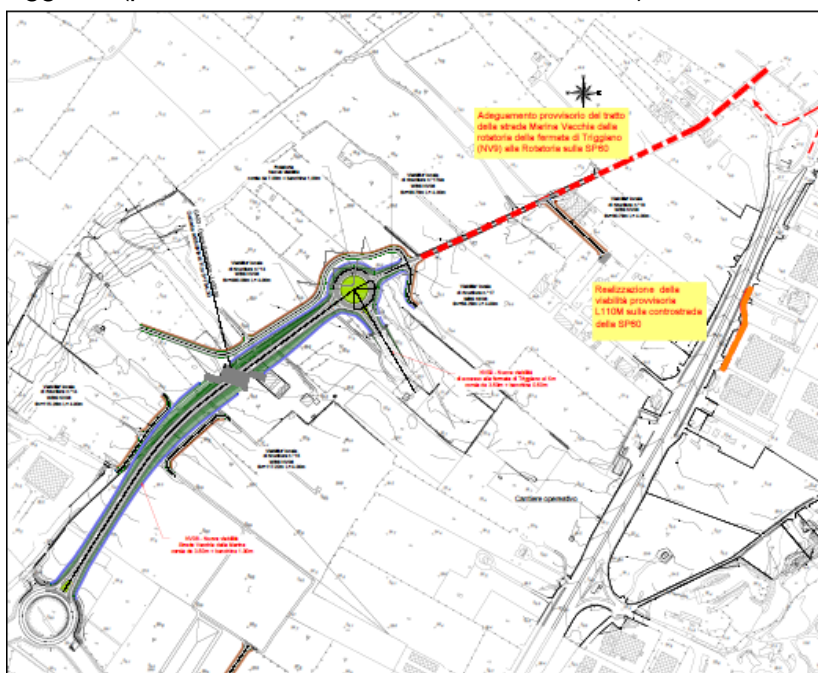
Tali lavorazioni avverranno in subordine alla realizzazione della “Nuova viabilità Strada Vecchia della Marina/Viabilità di accesso alla Fermata di Triggiano - km 6+784,30 (NV08)” e all'allargamento provvisorio della Strada Marina Vecchia fra la rotatoria (progetto (NV08) in corrispondenza della fermata e la rotatoria esistente a Nord fra la SP60 e la Strada Marina Vecchia.

Nel periodo di tempo interessato dalle lavorazioni è prevista, infatti, la chiusura del tratto stradale della SP60 e la deviazione del traffico afferente all'itinerario interrotto sulla nuova Strada Marina Vecchia (NV08) precedentemente realizzata (cfr. elaborato "Planimetria fasi con individuazione della viabilità alternativa").

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	80 DI 82

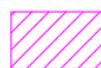
### Fase 1: (SP60 aperta)

- Adeguamento provvisorio del tratto di strada "Marina vecchia" dalla rotatoria della fermata di Triggiano (NV9) alla rotatoria sulla SP60 con due corsie da 3,5m e due banchine da 100m
- Apertura al transito della viabilità di ricucitura n.15
- Realizzazione della viabilità provvisoria (L110m) sulla contro strada della SP60 dal lato della zona industriale di Triggiano (piattaforma 4m a senso unico alternato)



#### Legenda

■ ■ ■ Circolazione durante i lavori



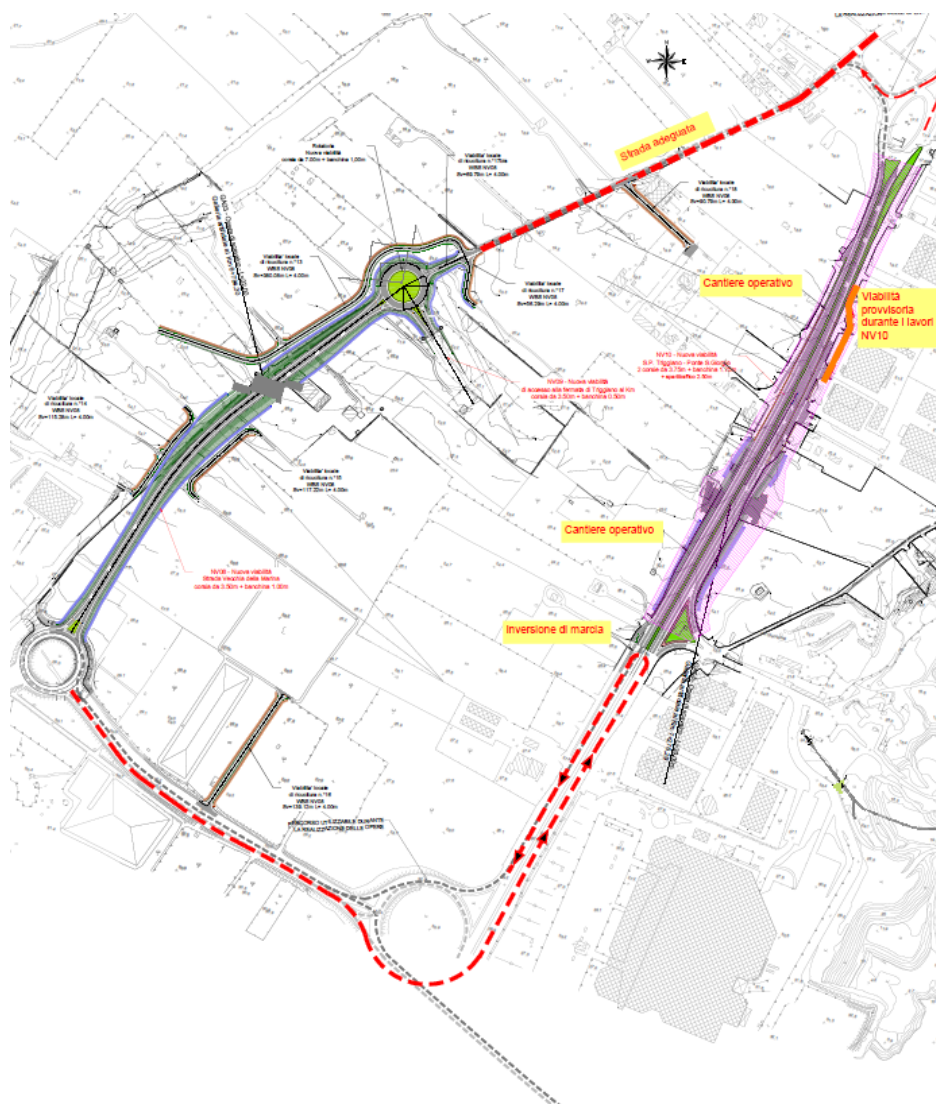
Area di cantiere

■ ■ ■ Viabilità esistente

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: <b>RPA srl    Technital SpA    HUB Engineering Scarl</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>NV10 – Relazione tecnica</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV1000 001	D	81 DI 82

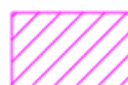
**Fase 2: SP60 interrotta fra via Giannelli e la rotatoria con via Marina Vecchia**

- Traffico deviato sui due sensi di marcia sulla bretella di collegamento SP60 - strada di accesso alla fermata di Triggiano (NV08) e sulla nuova strada Marina Vecchia.
- Realizzazione della nuova viabilità NV10 e dell'opera di attraversamento della linea ferroviaria di progetto



**Legenda**

■ ■ ■ ■ ■ Circolazione durante i lavori



Area di cantiere

■ ■ ■ ■ ■ Viabilità esistente



