

**S.S. N. 9 "VIA EMILIA"**  
**VARIANTE DI CASALPUSTERLENGO ED ELIMINAZIONE**  
**PASSAGGIO A LIVELLO SULLA S.P. EX S.S. N.234**  
**PROGETTO ESECUTIVO**

  Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)	ING. RENATO DEL PRETE  Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	DOTT. GEOL. DANILO GALLO  Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588	INTEGRAZIONE PRESTAZIONI	PROGETTISTA
			Ing. Renato Del Prete	Ing. Valerio Bajetti (I.T. S.r.l.)
  Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211	SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni  Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	 E&G Engineering & Graphics S.r.l.  Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102	PROGETTAZIONE STRADALE	PROGETTAZIONE IDRAULICA
			Ing. Gaetano Ranieri (Ga&M S.r.l.)	Ing. Fabrizio Bajetti (I.T. S.r.l.)
 SOCIETA' DESIGNATA: GA&M  Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	ECOPLAN Studio di Ingegneria e Architettura  Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	ARKE' INGEGNERIA s.r.l. Via Impugnatura Trabucchi n. 4 - 70129 Bari  Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MAGGIORI	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MINORI
			Ing. Renato Vaira (Studio Corona S.r.l.)	Ing. Nicola Ligas (I.T. S.r.l.)
VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO    Dott. Ing. Fabrizio CARDONE	IL RESPONSABILE DELLA INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE    Ing. Renato DEL PRETE	PROGETTISTA    Ing. Valerio BAJETTI	GEOLOGO    Dott. Danilo GALLO	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE    Ing. Gaetano RANIERI
GEOLOGIA Dott. Danilo Gallo	GEOTECNICA Ing. Gianfranco Sodero (Studio Corona S.r.l.)	AMBIENTE Dott. Emilio Macchi (ECOPLAN S.r.l.)	SICUREZZA Ing. Gaetano Ranieri (Ga&M S.r.l.)	

**DF00**

**D - DF - ASSE SECONDARIO 80** RELAZIONE TECNICA SUL PROGETTO STRADALE

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	DF00-S80PS00GENRE01_A.dwg			
COMI	E	1701	CODICE ELAB.	S80PS00GENRE01	A	-
D						
C						
B						
A	EMISSIONE		LUGLIO 2018	ING. DOMENICO DE MATTEO	PROF. ING. LUIGI MONTERISI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	2
2	NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	3
3	DATI GENERALI .....	4
3.1	Modifiche al progetto definitivo .....	4
3.2	Assi stradali e Classificazione .....	4
3.2.1	Asse 80 .....	5
3.2.2	Asse 87 .....	7
3.2.3	Asse 81 (R09) .....	8
3.2.4	Asse 82 (R10) .....	11
3.2.5	Ramo 1 (R09) e Ramo 2 (R09) .....	12
3.2.6	Ramo 1 (R10).....	13
4	PAVIMENTAZIONI.....	13
5	VERIFICHE .....	14
6	ALLEGATO A: TABULATI DI VERIFICA .....	15
6.1	Asse 80 – Dati geometrici e verifiche .....	15
6.1.1	Dati geometrici .....	15
6.1.2	Verifica delle visibilità altimetriche .....	15
	Andata .....	15
	Ritorno.....	17

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive i metodi e le procedure seguite per la progettazione stradale della WBS DG della variante della SS9 all'abitato di Casalpusterlengo.

Gli assi compresi nella WBS DF sono:

- Asse 80;
- Asse 87;
- Asse 81 (R09);
- Asse 82 (R10);
- Ramo 1 (R09);
- Ramo 2 (R09);
- Ramo 1 (R10).



Figura 1 – WBS DF- Configurazione di progetto

Gli assi sono numerati con numero progressivo, come mostrato in figura 1; il quadro sinottico con l'ubicazione di tutti gli assi è rappresentato nell'elaborato DA03-P00PS00GENPL01, a cui si rimanda per l'individuazione di ciascuno di essi.

## 2 NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] **D.Lgs 18 Aprile 2016 n.50**  
Codice dei contratti pubblici.
- [2] **D.P.R. 554/99**  
Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 Febbraio 1994, n.109, e successive modificazioni
- [3] **D.Lgs 30 aprile 1992 n.285 e ss. mm. ii.**  
Nuovo Codice della Strada
- [4] **D.Lgs 15 gennaio 2002 n.9**  
Testo unico delle norme sulla circolazione stradale
- [5] **D.M. 5 novembre 2001**  
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- [6] **D.M. 22 aprile 2004**  
Deroghe all'applicazione del D.M. 5.11.2001
- [7] **D.M. 19 aprile 2006**  
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.
- [8] **L. 21. febbraio 2006 n.102**  
Disposizioni generali in materia di conseguenze derivanti da incidenti stradali
- [9] **Norma Tecnica CNR b.u. n° 78 del 28.07.1980**  
Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane
- [10] **FHWA Roundabouts, An Infomational Guide**  
**Publ. No FHWA-RD-00-067**  
June 2000, [www.tfhrc.gov](http://www.tfhrc.gov)
- [11] **D.M. 30 novembre 1999 n°557**  
regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
- [12] **Traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération -**  
**guide tchnique**  
**Publ. SETRA ed. 2002**

- [13] **Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales; carrefours plans**  
Publ. SETRA ed. 1998
- [14] **G. Da Rios “Progetto di intersezioni stradali”, UTET, 2002**
- [15] **F. A. Santagata “Strade: teoria e tecnica delle costruzioni stradali: Progettazione-Costruzione, gestione e manutenzione”, Pearson, 2016**

### 3 DATI GENERALI

#### 3.1 MODIFICHE AL PROGETTO DEFINITIVO

La progettazione esecutiva dell'intervento è stata redatta ricalcando quanto previsto nel progetto definitivo (P.D.), tenendo comunque conto dei contenuti del parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 27/07/2017 e delle osservazioni e prescrizioni formulate in sede di istruttoria interna dell'ANAS.

In particolare, per quanto riguarda la WBS DF si è tenuto conto delle seguenti evidenze:

- Sulla scorta delle risultanze delle nuove indagini geologiche e geotecniche, è stata progettata una bonifica del piano di posa dei rilevati fino ad una profondità complessiva di 1.00 m, prevedendo 20 cm per lo scavo di scotico e 80 cm di bonifica vera e propria;
- Le corsie di uscita dalle rotatorie in progetto sono state adeguate ai dettami normativi della [7]; in particolare è stata modificata la larghezza delle corsie di uscita di tutti gli assi della presente WBS portandola a 4,50m;
- Oltre alle modifiche sopra descritte, sono state apportate altre modifiche di dettaglio connesse al livello progettuale esecutivo.

#### 3.2 ASSI STRADALI E CLASSIFICAZIONE

Tutti gli assi stradali sono stati progettati con riferimento alle disposizioni normative [5], [6] e [7] ed alle previsioni del P.D.

In merito all'intervallo di velocità di progetto assunto per gli assi secondari, si è fatto riferimento agli intervalli di progetto previsti dalla norma per ciascuna specifica categoria di strada. In taluni casi, trattandosi di rami di strade già in esercizio ovvero di brevi tratti stradali compresi tra due intersezioni, la velocità di progetto è stata desunta direttamente dal diagramma delle velocità a partire dalle diverse situazioni di velocità reale. In questi casi il diagramma è stato comunque costruito secondo le ipotesi fornite dal DM 05/11/2001 (accelerazione  $0.8 \text{ m/s}^2$ ).

In particolare, coerentemente con le assunzioni fatte nel progetto definitivo, per i vertici in corrispondenza delle intersezioni, le velocità di progetto di partenza ed arrivo sono assunte pari a:

- 0 km/h per intersezioni con cartello di 'STOP';
- 30 km/h per intersezioni con cartello di 'dare precedenza' ovvero in entrata/uscita dalle rotatorie.



L'andamento nel diagramma delle velocità è assunto lineare e calcolato a partire dalla usuale relazione cinematica:

$$L = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2 \cdot a} \quad (1)$$

con L ovvero  $v_2$  come incognite a seconda che L sia maggiore o minore della lunghezza del tratto in progetto. Laddove L sia minore della lunghezza del tratto si è provveduto a calcolare  $v_2$ , disegnare i diagrammi delle velocità nei tratti in accelerazione e decelerazione e ricavare l'involuppo delle due rette e la velocità massima conseguente: la velocità di progetto dell'asse è stata assunta pari al picco individuato.

Riassumendo, le caratteristiche della viabilità progettata nell'ambito della WBS in parola sono riassunte nella tabella seguente.

Asse	Denominazione	Cat.	Norma di riferimento - Sezione tipo	note
80	Bretella di collegamento tra la R09 e la R10	C2	Dimensionamento da DM 5 novembre 2001	
87	Raccordo R10 con la S.P 142	C2	Dimensionamento da DM 5 novembre 2001	
81	Corona rotatoria		Dimensionamento da DM 19 aprile 2006	Rotatoria R09
Ramo1 R09	Braccio di intersezione		Dimensionamento da DM 19 aprile 2006	
Ramo2 R09	Braccio di intersezione		Dimensionamento da DM 19 aprile 2006	
82	Corona rotatoria		Dimensionamento da DM 19 aprile 2006	Rotatoria R10
Ramo1 R10	Braccio di intersezione			

Come anticipato, per facilitare la lettura, tutti gli assi sono individuati in un'apposita planimetria di progetto (cfr. tav. DA03-P00PS00GENPL01).

Le sezioni tipologiche di ciascun asse sono state scelte nel rispetto delle categorie di strada sopra individuate.

### 3.2.1 ASSE 80

L'asse 80 è il ramo di collegamento tra la l'asse 81 (R09), in prossimità dell'abitato di Casalpusterlengo, e l'asse 82 (R10) nel quale confluiscono due rampe di svincolo, l'asse 87 avente funzione di raccordo all'esistente S.P. 142 e il ramo 1 (R10) di raccordo con la viabilità locale esistente a destinazione particolare.

La bretella di che trattasi ha le caratteristiche di una strada extraurbana secondaria di categoria C2 (conformemente alle previsioni del progetto definitivo), ha una lunghezza di 296.18 m ed è caratterizzata da un andamento rettilineo.

Trattandosi di un tratto stradale di piccolo sviluppo compreso tra due intersezioni, la costruzione del diagramma delle velocità è stata fortemente condizionata dalle condizioni di avvio e termine del tracciato; la velocità massima di progetto è stata dunque ricavata dalla costruzione di detto diagramma delle velocità nelle due direzioni di marcia.

In ogni caso, i diagrammi in andata e ritorno sono stati costruiti applicando una accelerazione/decelerazione di  $0.8 \text{ m/s}^2$  (DM 05/11/2001).

In corrispondenza delle intersezioni a rotatoria la velocità di progetto di partenza ed arrivo è assunta pari a 30 km/h.

Come risulta dall'abaco riportato nella tavola DF09-S80PS00TRADG01, la velocità massima è dunque di poco superiore a 60 km/h e non raggiunge il massimo previsto per la categoria di strada C2.

Il diagramma di visibilità dell'asse 80 (assieme a quello delle velocità) è rappresentato nell'elaborato DF09-S80PS00TRADG01.

L'andamento altimetrico è caratterizzato dalla presenza di 2 livellette congiunte da un raccordo convesso di raggio 1600 m. L'attacco alla piattaforma delle rotatorie è garantito da 2 brevi livellette con raccordi altimetrici di raggio minimo di 525 m. Tutti i raggi dei raccordi altimetrici sono verificati in merito ai minimi dettati dalla normativa [5].

Conformemente ai dettami della [5] per le strade di categoria C2, la piattaforma sarà caratterizzata da un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia di 3.50 m e banchine laterali di 1.25 m. Sul margine della carreggiata è prevista la realizzazione di un arginello in terra, di larghezza complessiva di 1.25 m tale da garantire il corretto funzionamento delle barriere di protezione.

La strada corre tutta in rilevato per il quale è prevista la realizzazione di scarpate con pendenza 3/2, inerbite con terreno vegetale di spessore di 30 cm. Il rilevato stradale è incassato di 20 cm rispetto alla quota del piano campagna (previa asportazione dello strato di scotico) e, a sua volta, poggia su uno strato di terreno di bonifica dello spessore di 80 cm costituito da materiale arido. Tutto il materiale di riempimento dello strato di bonifica è inglobato in un cappotto di tessuto non tessuto (TNT).

Inoltre nel caso in cui il tratto di nuova realizzazione è risultato in sovrapposizione alla viabilità esistente si è tenuto conto di ciò prevedendo due possibili lavorazioni:

- Sovrastruttura stradale tutta al di sopra del piano viabile esistente: si è prevista la scarifica del piano viabile e la successiva posa in opera del pacchetto di progetto;
- Sovrastruttura interferente con quella esistente: si è prevista la demolizione della quota parte di pavimentazione esistente e la posa in opera della nuova.

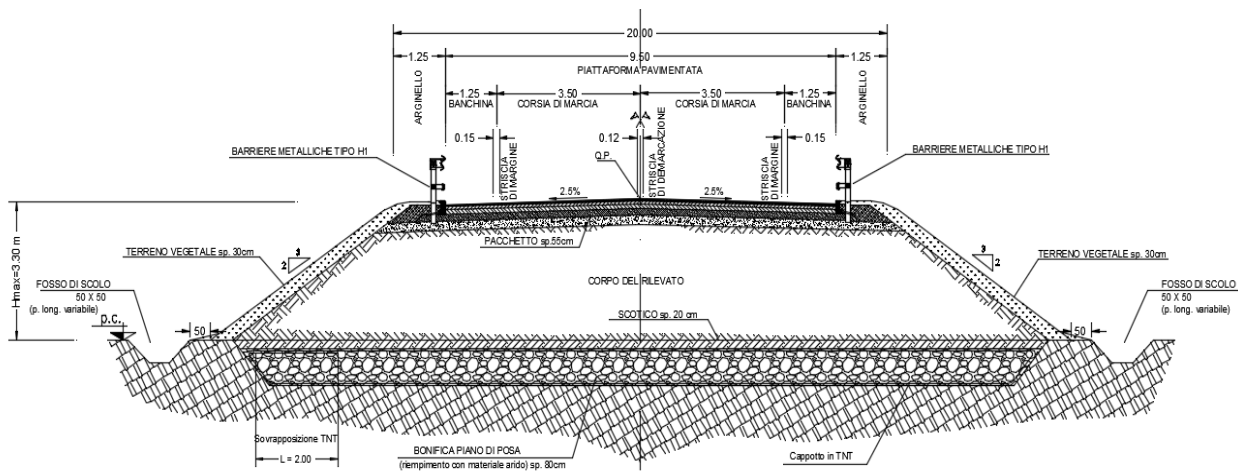


Figura 4 – Sezione tipologica dell'asse 80

Le verifiche di rispondenza a norma degli elementi geometrici dell'asse 80 sono riportate in allegato A alla presente relazione.

### 3.2.2 ASSE 87

L'asse 87 costituisce il ramo di collegamento tra la S.P. 142 esistente e la R10 di progetto.

Esso prevede una sezione di tipo C2, (conformemente alle previsioni del progetto definitivo), ed è costituito da una curva a destra, avente raggio pari a 118 m, da un rettilineo di lunghezza pari a 117.76 m.

L'andamento altimetrico è caratterizzato dalla presenza di 2 livellette congiunte da un raccordo concavo di raggio 2000 m. Il raggio del raccordo altimetrico è verificato in merito ai minimi dettati dalla normativa [5].

Conformemente ai dettami della [5] per le strade di categoria C2, la piattaforma sarà caratterizzata da un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia di 3.50 m e banchine laterali di 1.25 m. La piattaforma, nel tratto di raccordo alla viabilità esistente, avrà larghezza variabile per consentirne il raccordo tra la sezione corrente di progetto e quella della piattaforma esistente. Sul margine della carreggiata è prevista la realizzazione di un arginello in terra, di larghezza complessiva di 1.25 m tale da garantire il corretto funzionamento delle barriere di protezione.

Poiché l'asse si sviluppa pressoché in rilevato è prevista la realizzazione di scarpate con pendenza 3/2, inerbite con uno spessore di 30 cm di terreno vegetale. Il rilevato stradale è incassato di 20 cm rispetto alla quota del piano campagna (previa asportazione dello strato di scotico) e, a sua volta, poggia su uno strato di terreno di bonifica dello spessore di 80 cm costituito da materiale arido. Tutto il materiale di riempimento dello strato di bonifica è inglobato in un cappotto di tessuto non tessuto (TNT).



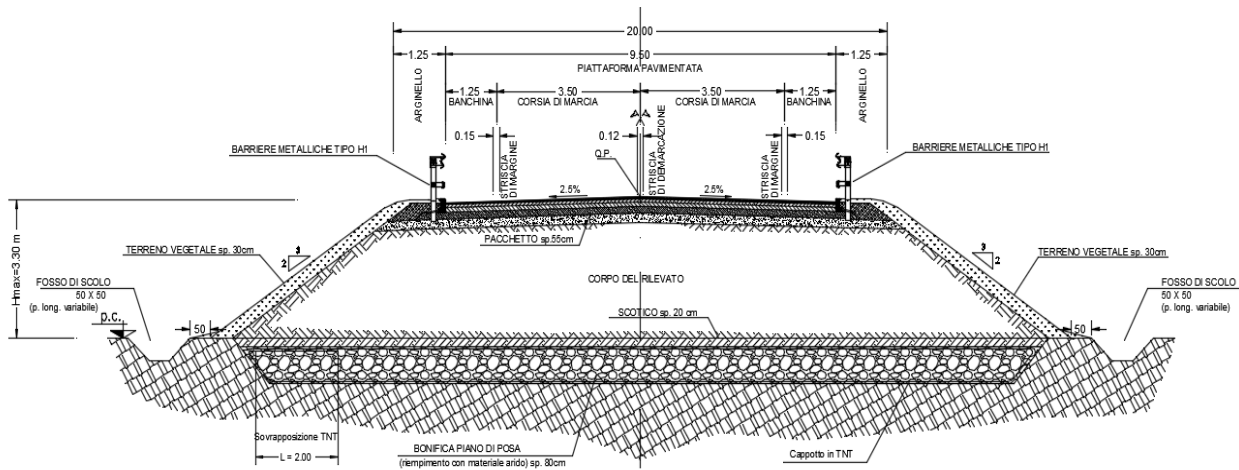


Figura 5 – Sezione tipologica dell'asse 87

La sequenza degli elementi planimetrici dell'asse è riassunta nella tabella che segue.

Asse 87	
Dati generali sul tracciato Asse 87	
Progressiva Iniziale (m) : 0.0000	Lunghezza (m) : 139.6480
Progressiva Finale (m) : 139.6480	
Curva 1 Destra ProgI 0.0000 - ProgF 21.8882	
Coordinate vertice X:	1551128.4855
Coordinate vertice Y:	5001476.1946
Coordinate I punto Tg X:	1551118.1010
Coordinate I punto Tg Y:	5001472.6414
Coordinate II punto Tg X:	1551139.3472
Coordinate II punto Tg Y:	5001477.7716
Tangente Prim. 1:	10.9756
Tangente Prim. 2:	10.9756
Alfa Ang. al Vert.:	169.37
TT1 Tangente 1:	10.9756
TT2 Tangente 2:	10.9756
Numero Archi :	1
Arco ProgI 0.0000 - ProgF 21.8882	
Coordinate vertice X:	1551128.4855
Coordinate vertice Y:	5001476.1946
Coordinate I punto Tg X:	1551118.1010
Coordinate I punto Tg Y:	5001472.6414
Coordinate II punto Tg X:	1551139.3472
Coordinate II punto Tg Y:	5001477.7716
Raggio :	118.0000
Tangente :	10.9756
Saetta :	0.5071
Pt (%) :	7.0
Angolo al vertice :	10.63
Sviluppo :	21.8882
Corda :	21.8568
Rettifilo 2 ProgI 21.8882 - ProgF 139.6480	
Coordinate P.to Iniziale X:	1551139.3472
Coordinate P.to Iniziale Y:	5001477.7716
Coordinate P.to Finale X:	1551255.8850
Coordinate P.to Finale Y:	5001494.6921
Lunghezza :	117.7598
Azimut :	8.26

### 3.2.3 ASSE 81 (R09)

L'Asse 81, ovvero la Rotatoria indicata come R09, è stato progettato conformemente alla norma [6]; in base al diametro della circonferenza esterna, che in questo caso è di 34 m, si tratta di una rotatoria extraurbana compatta.

La tabella che segue riporta i dettami normativi per la progettazione delle larghezze delle corsie a cui si è fatto riferimento nel progetto di tale rotatoria.

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

(\*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(\*\*) organizzati al massimo con due corsie.

TABELLA 1

Nel caso specifico tale rotatoria, coerentemente a quanto previsto nel progetto definitivo, è stata progettata come rotatoria con ingressi ad una corsia allo scopo di limitare le aree di ingombro dell'intersezione pur conservando un adeguato angolo di deviazione.

La rampa di uscita dall'asse principale è stata portata fino in rotatoria, in affiancamento all'asse 80, allo scopo di eliminare i punti di conflitto che altrimenti sarebbero derivati dalla manovra di immissione della rampa sull'asse 80 prima dell'accesso in rotatoria.

La piattaforma sarà caratterizzata da un'unica carreggiata con una corsia di 7 m, banchina interna di 0.5 m e banchina esterna di 0.5 m. Sul margine della carreggiata è prevista la realizzazione di un arginello in terra, di larghezza complessiva di 1.25 m tale da garantire il corretto funzionamento delle barriere di protezione. L'asse è tutto in rilevato e per tale ragione è prevista la realizzazione di scarpate con pendenza 3/2 sormontate da una coltre di terreno vegetale inerbito di 30 cm.

Il rilevato stradale è incassato di 20 cm rispetto alla quota del piano campagna (previa asportazione dello strato di scotico) e, a sua volta, poggia su uno strato di terreno di bonifica dello spessore di 80 cm costituito da materiale arido. Tutto il materiale di riempimento dello strato di bonifica è inglobato in un cappotto di tessuto non tessuto (TNT).

La pendenza della falda della rotatoria in oggetto è del 2.00% verso l'esterno.

La sottostante figura 6 riporta la sezione tipo di progetto.

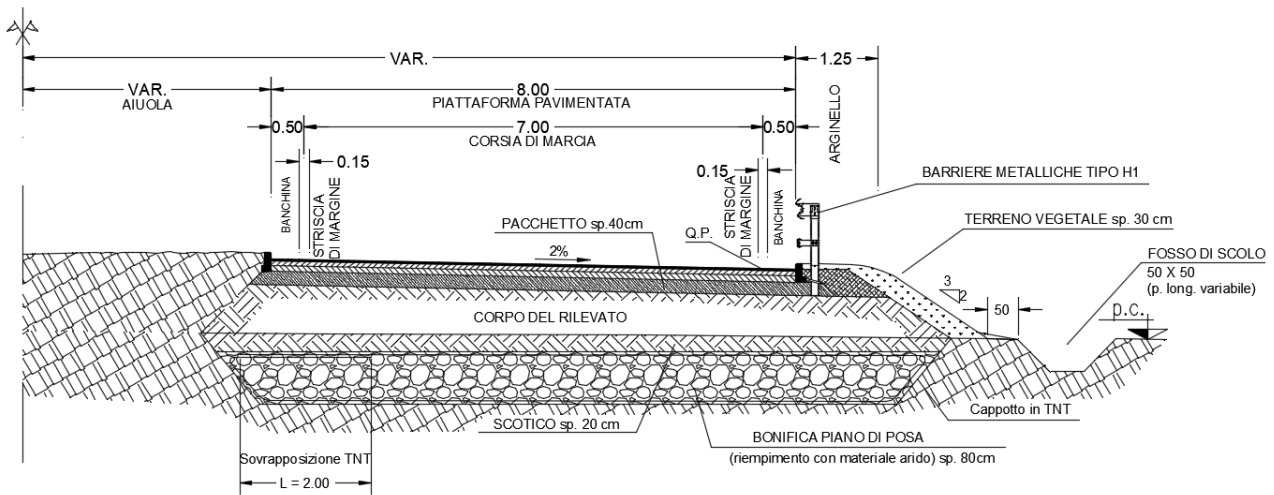


Figura 6 – Sezione tipologica dell'asse 81

Le correnti entranti e quelle uscenti sono separate fisicamente da isole direzionali di forma triangolare, insormontabili, che garantiscono una migliore percezione della rotatoria. Le isole divisionali, per gli elementi non codificati dalla norma [6], sono state progettate in generale in accordo con la norma [13].

Per verificare la geometria della rotatoria è stato operato un controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo.

Per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria a velocità sostenuta infatti, è necessario che le traiettorie dei veicoli siano deviate per mezzo dell'isola centrale. L'angolo di deviazione minimo raccomandato dalla norma [6], è di 45°.

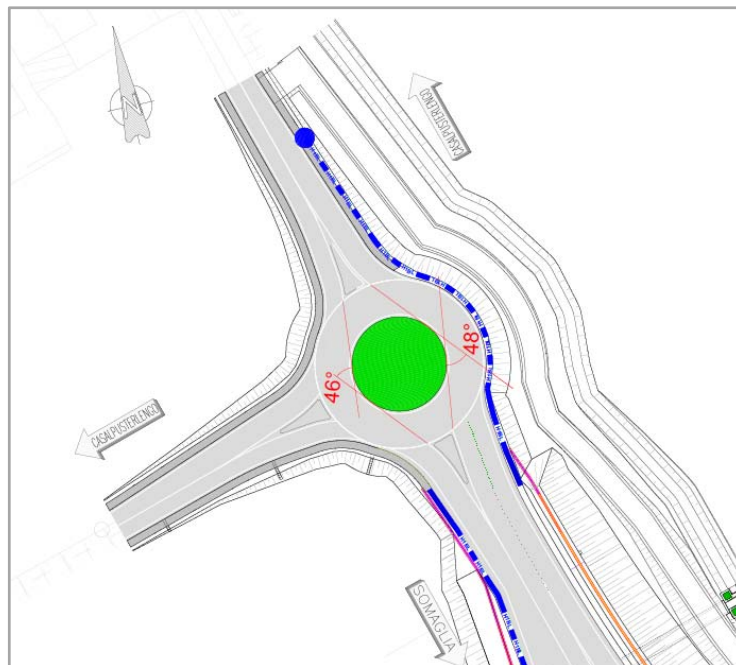


Figura 7 – Asse 81 (R09): valutazione angolo di deviazione

Come si evince dalla Figura 7 i valori degli angoli di deviazione per la Rotatoria 09 sono superiori ai minimi raccomandati dalla normativa.

Sono anche state effettuate le verifiche di visibilità, i cui risultati, tutti positivi, sono riportati nell'elaborato DF09.1-S80PS00TRADG02 insieme ai grafici relativi alle verifiche degli angoli di deflessione delle traiettorie.

### 3.2.4 ASSE 82 (R10)

L'Asse 82, ovvero la Rotatoria indicata come R10, è stato progettato conformemente alla norma [6]; in base al diametro della circonferenza esterna, che in questo caso è di 39 m, si tratta di una rotatoria extraurbana compatta.

La tabella che segue riporta i dettami normativi per la progettazione delle larghezze delle corsie a cui si è fatto riferimento nel progetto di tale rotatoria.

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

(\*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(\*\*) organizzati al massimo con due corsie.

TABELLA 2

Nel caso specifico tale rotatoria, coerentemente a quanto previsto nel progetto definitivo, è stata progettata come rotatoria con ingressi ad una corsia allo scopo di limitare le aree di ingombro dell'intersezione pur conservando un adeguato angolo di deviazione.

La rampa di uscita dall'asse principale è stata portata fino in rotatoria, in affiancamento all'asse 80, allo scopo di eliminare i punti di conflitto che altrimenti sarebbero derivati dalla manovra di immissione della rampa sull'asse 80 prima dell'accesso in rotatoria.

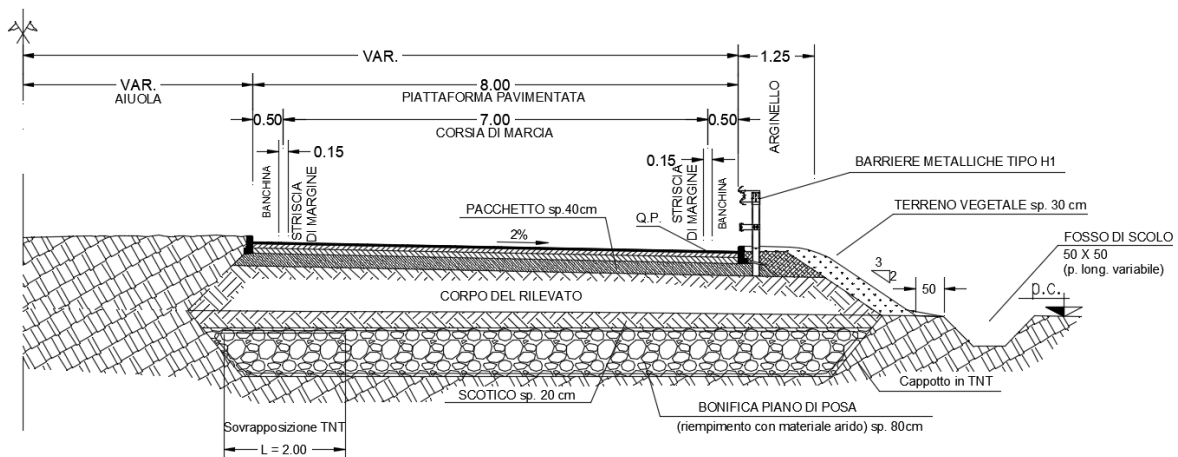
La piattaforma sarà caratterizzata da un'unica carreggiata con una corsia di 7 m, banchina interna di 0.5 m e banchina esterna di 0.5 m. Sul margine della carreggiata è prevista la realizzazione di un arginello in terra, di larghezza complessiva di 1.25 m tale da garantire il corretto funzionamento delle barriere di protezione. L'asse è tutto in rilevato e per tale ragione è prevista la realizzazione di scarpate con pendenza 3/2 sormontate da una coltre di terreno vegetale inerbito di 30 cm.

Il rilevato stradale è incassato di 20 cm rispetto alla quota del piano campagna (previa asportazione dello strato di scotico) e, a sua volta, poggia su uno strato di terreno di bonifica dello spessore di 80 cm costituito da materiale arido. Tutto il materiale di riempimento dello strato di bonifica è inglobato in un cappotto di tessuto non tessuto (TNT).

La pendenza delle falde della rotatoria in oggetto è del 2.00% verso l'esterno.



La sottostante figura 8 riporta la sezione tipo di progetto.



**Figura 8 – Sezione tipologica dell'asse 82 (R10)**

Le correnti entranti e quelle uscenti sono separate fisicamente da isole direzionali di forma triangolare, insormontabili, che garantiscono una migliore percezione della rotatoria. Le isole divisionali, per gli elementi non codificati dalla norma [6], sono state progettate in generale in accordo con la norma [13].

Sono anche state effettuate le verifiche di visuale libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, i cui risultati sono riportati nell'elaborato DF09.2-S80PS00TRADG03.

### 3.2.5 RAMO 1 (R09) E RAMO 2 (R09)

I rami 1 e 2 della R09 (Asse 81) costituiscono il raccordo tra la R09 e la viabilità esistente in prossimità dell'abitato di Casalpusterlengo. L'andamento altimetrico dei rami raccorda la quota della strada esistente con quella del ciglio esterno della rotatoria.

La piattaforma dei tratti di raccordo in esame avrà larghezza variabile e ciò perché da una parte dovrà raccordarsi all'esistente e dall'altra dovrà corrispondere a quella prevista in progetto, rendendosi necessario prevedere corsie di ingresso/uscita di dimensioni regolamentari.

Sul margine della carreggiata è prevista la realizzazione di un marciapiede, che si raccorda direttamente a quello della viabilità esistente, e di un arginello avente dimensione di 0.75 m.

Entrambi i rami si sviluppano sostanzialmente in rilevato e pertanto è prevista la realizzazione di scarpate con pendenza 3/2, con uno spessore di 30 cm di terra vegetale inerbita.

Inoltre nel caso in cui i tratti di nuova realizzazione sono risultati in sovrapposizione alla viabilità esistente si è tenuto conto di ciò prevedendo due possibili lavorazioni:

- Sovrastruttura stradale tutta al di sopra del piano viabile esistente: si è prevista la scarifica del piano viabile e la successiva posa in opera del pacchetto di progetto;
- Sovrastruttura interferente con quella esistente: si è prevista la demolizione della quota parte di pavimentazione esistente e la posa in opera della nuova.



### 3.2.6 RAMO 1 (R10)

Il ramo 1 dell'asse 82 (R10) costituisce il raccordo tra la rotatoria e la viabilità esistente. Trattandosi di viabilità locale a destinazione particolare (ad uso agricolo, consortili e simili) è stata progettata seguendo i dettami previsti al paragrafo 3.5 del [5].

L'andamento altimetrico del ramo raccorda la quota della strada esistente con quella del ciglio esterno della rotatoria.

La piattaforma del tratto di raccordo in esame avrà dunque larghezza variabile in quanto la larghezza complessiva della piattaforma stradale varia passando da quella corrispondente alla piattaforma esistente a quella prevista in progetto.

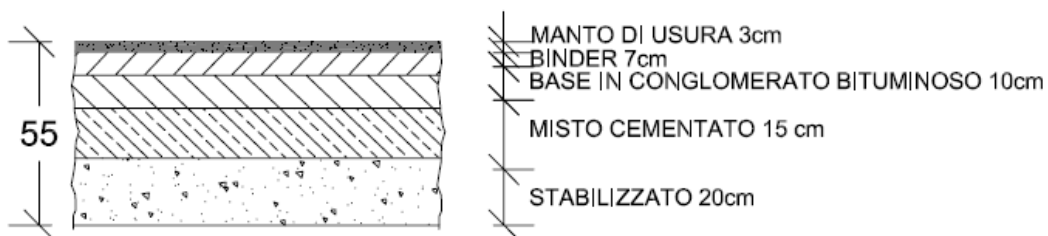
Sul margine della carreggiata è prevista la realizzazione di un arginello di dimensione di 1.25 m per garantire il corretto funzionamento delle barriere di sicurezza previste in quel tratto.

Il ramo si sviluppa sostanzialmente in rilevato, redendo necessaria la realizzazione di scarpate con pendenza 3/2, con uno spessore di 30 cm di terra vegetale inerbata.

## 4 PAVIMENTAZIONI

Si riporta di seguito il dettaglio delle pavimentazioni previste per i rami stradali in parola. Per gli assi 80 e 87, a pari di quanto fatto per le altre strade in progetto assimilabili a strade di categoria C, è stata prevista una pavimentazione semirigida di 55 cm così composta:

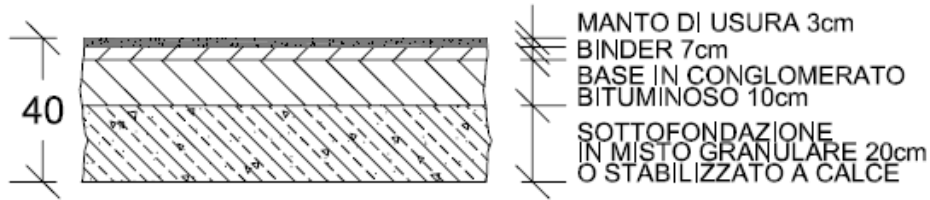
Strato di usura in conglomerato bituminoso (CB)	3 cm
Strato di collegamento in conglomerato bituminoso (CB)	7 cm
Strato di base in conglomerato bituminoso (CB)	10 cm
Strato di sottobase in misto cementato (MC)	15 cm
Strato di fondazione in misto granulare (MG)	<u>20 cm</u>
Totale	55 cm



Per gli assi 81 (R09) e 82 (R10), i rami 1 e 2 della R09 e il ramo 1 della R10, a pari di quanto fatto per le altre strade in progetto assimilabili a strade di categoria E ed F, è stata prevista una pavimentazione flessibile di 40 cm così composta:

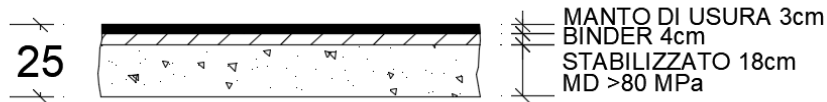
Strato di usura in conglomerato bituminoso (CB)	3 cm
---	------

Strato di collegamento in conglomerato bituminoso (CB)	7 cm
Strato di base in conglomerato bituminoso (CB)	10 cm
Strato di fondazione in misto granulare (MG)	<u>20 cm</u>
Totale	40 cm



Per i marciapiedi è stata prevista una pavimentazione flessibile di 25 cm composta da:

Strato di usura in conglomerato bituminoso (CB)	3 cm
Strato di collegamento in conglomerato bituminoso (CB)	4 cm
Strato di fondazione in misto granulare (MG)	<u>18 cm</u>
Totale	25 cm



Il dettaglio dei calcoli delle pavimentazioni è riportato nell'elaborato P00PS00GENRE02.

## 5 VERIFICHE

Nella progettazione degli assi si è tenuto conto delle prescrizioni normative cogenti e le verifiche di rispondenza sono eseguite in particolare in merito a:

- Raggi planimetrici minimi e massimi.
- Parametri delle curve di transizione.
- Sviluppi massimi e minimi dei rettifili e delle curve.
- Coordinamento tra elementi planimetrici successivi.
- Raggi altimetrici massimi e minimi.
- Pendenze trasversali e longitudinali massime e minime.

Particolare attenzione è stata posta al coordinamento piano altimetrico richiesto dalla [5] al §5.5.

Per l'asse stradale 80 il progetto è stato corredato di un elaborato grafico (DF09-S80PS00TRADG01) atto a dimostrare sia la verifica della congruenza geometrica degli elementi

planimetrici (verifiche di velocità), sia le verifiche del rispetto delle distanze minime di visibilità per l'arresto.

Gli elaborati DF09.1-S80PS00TRADG02 e DF09.2-S80PS00TRADG03 contengono le verifiche sulla rotatoria R09 e R10.

Le verifiche altimetriche del rispetto delle distanze minime di visibilità per l'arresto, assieme alle verifiche dei singoli elementi geometrici che compongono gli assi oggetto della presente relazione sono riportate nel Allegato A (paragrafo 6 del presente elaborato).

## 6 ALLEGATO A: TABULATI DI VERIFICA

### 6.1 ASSE 80 – DATI GEOMETRICI E VERIFICHE

#### 6.1.1 DATI GEOMETRICI

Asse 80	
Dati generali sul tracciato Asse 80	
Progressiva Iniziale (m): 0.0000	Lunghezza (m): 296.1809
Progressiva Finale (m): 296.1809	
Strada Tipo : C1 Strada extraurbana secondaria	
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 60 <= Vp <= 100	
Rettifilo 1 ProgI 0.0000 - ProgF 296.1809	
Coordinate P.to Iniziale X: 1551269.6021	Coordinate P.to Finale X: 1551184.8385
Y: 5001516.1780	Y: 5001799.9706
Lunghezza : 296.1809	Azimut : 106.63
Vp (Km/h) = 63.0	
L >= Lmin = 54.5210 OK	
L <= Lmax = 1386.3150 OK	

#### 6.1.2 VERIFICA DELLE VISIBILITÀ ALTIMETRICHE

Nei tabulati che seguono Da è la distanza di visibilità per l'arresto richiesta, Dva è la distanza di visibilità disponibile.

#### ANDATA

Progressiva [m]	Vp [km/h]	i_dx [%]	Da_dx [m]	Dva_edx [m]
0,00	30,00	-0,36	28,76	142,06
5,00	31,11	-0,36	30,09	135,71
10,00	32,23	-0,36	31,39	130,00
15,00	33,34	-0,36	32,70	124,01
20,00	34,46	-0,36	34,03	117,35
25,00	35,57	-0,36	35,37	111,00
30,00	36,69	0,49	36,51	104,41
35,00	37,80	1,40	37,70	98,82
40,00	38,92	2,31	38,81	93,82
45,00	40,03	3,22	39,93	90,33

RELAZIONE TECNICA WBS DF – ASSE SECONDARIO 80

50,00	41,15	3,50	41,22	87,35
55,00	42,26	3,50	42,61	85,00
60,00	43,38	3,50	44,02	82,73
65,00	44,49	3,50	45,45	81,09
70,00	45,61	3,50	46,98	79,39
75,00	46,72	3,50	48,46	77,82
80,00	47,83	3,50	49,96	77,53
85,00	48,95	3,50	51,49	77,24
90,00	50,06	3,30	53,13	76,96
95,00	51,18	2,99	54,86	76,66
100,00	52,29	2,67	56,63	77,04
105,00	53,41	2,36	58,55	76,75
110,00	54,52	2,05	60,42	77,13
115,00	55,64	1,74	62,34	76,84
120,00	56,75	1,42	64,32	78,12
125,00	57,87	1,11	66,34	84,37
130,00	58,98	0,80	68,43	124,37
135,00	60,10	0,49	70,57	600,00
140,00	61,21	0,17	72,91	600,00
145,00	62,33	-0,14	75,18	600,00
150,00	62,59	-0,45	75,87	600,00
155,00	61,47	-0,76	74,14	600,00
160,00	60,36	-1,08	72,42	600,00
165,00	59,24	-1,39	70,71	600,00
170,00	58,13	-1,70	69,01	600,00
175,00	57,02	-2,01	67,33	600,00
180,00	55,90	-2,33	65,66	600,00
185,00	54,79	-2,64	63,89	600,00
190,00	53,67	-2,95	62,26	600,00
195,00	52,56	-3,06	60,50	600,00
200,00	51,44	-3,06	58,70	600,00
205,00	50,33	-3,06	56,93	600,00
210,00	49,21	-3,06	55,19	600,00
215,00	48,10	-3,06	53,39	600,00
220,00	46,98	-3,06	51,72	600,00
225,00	45,87	-3,06	50,08	600,00
230,00	44,75	-3,06	48,47	600,00
235,00	43,64	-3,06	46,89	600,00
240,00	42,52	-3,06	45,34	600,00
245,00	41,41	-3,06	43,81	600,00
250,00	40,30	-3,06	42,23	600,00
255,00	39,18	-3,06	40,76	600,00
260,00	38,07	-3,06	39,31	600,00
265,00	36,95	-3,06	37,87	600,00
270,00	35,84	-3,06	36,46	600,00
275,00	34,72	-2,75	34,98	600,00

280,00	33,61	-1,80	33,37	600,00
285,00	32,49	-0,85	31,76	600,00
290,00	31,38	0,10	30,27	600,00
295,00	30,26	1,00	28,84	600,00

**RITORNO**

Progressiva [m]	Vp [km/h]	i <sub>sx</sub> [%]	Da <sub>sx</sub> [m]	Dva <sub>esx</sub> [m]
0,00	30,00	0,36	28,63	600,00
5,00	31,11	0,36	29,95	600,00
10,00	32,23	0,36	31,24	600,00
15,00	33,34	0,36	32,54	600,00
20,00	34,46	0,36	33,86	600,00
25,00	35,57	0,36	35,19	600,00
30,00	36,69	-0,49	36,77	600,00
35,00	37,80	-1,40	38,49	600,00
40,00	38,92	-2,31	40,20	600,00
45,00	40,03	-3,22	41,99	600,00
50,00	41,15	-3,50	43,59	600,00
55,00	42,26	-3,50	45,12	600,00
60,00	43,38	-3,50	46,68	600,00
65,00	44,49	-3,50	48,26	600,00
70,00	45,61	-3,50	49,97	600,00
75,00	46,72	-3,50	51,62	600,00
80,00	47,83	-3,50	53,29	600,00
85,00	48,95	-3,50	55,00	600,00
90,00	50,06	-3,30	56,62	600,00
95,00	51,18	-2,99	58,18	600,00
100,00	52,29	-2,67	59,76	600,00
105,00	53,41	-2,36	61,48	600,00
110,00	54,52	-2,05	63,09	600,00
115,00	55,64	-1,74	64,72	600,00
120,00	56,75	-1,42	66,36	600,00
125,00	57,87	-1,11	68,02	600,00
130,00	58,98	-0,80	69,70	600,00
135,00	60,10	-0,49	71,38	600,00
140,00	61,21	-0,17	73,22	600,00
145,00	62,33	0,14	74,93	600,00
150,00	62,59	0,45	75,03	103,46
155,00	61,47	0,76	72,79	81,87
160,00	60,36	1,08	70,60	77,50
165,00	59,24	1,39	68,48	76,77
170,00	58,13	1,70	66,41	77,06
175,00	57,02	2,01	64,39	76,76
180,00	55,90	2,33	62,43	76,96
185,00	54,79	2,64	60,42	76,58
190,00	53,67	2,95	58,56	76,87



RELAZIONE TECNICA WBS DF – ASSE SECONDARIO 80

195,00	52,56	3,06	56,86	77,16
200,00	51,44	3,06	55,24	77,45
205,00	50,33	3,06	53,65	78,31
210,00	49,21	3,06	52,08	79,34
215,00	48,10	3,06	50,45	81,18
220,00	46,98	3,06	48,93	83,32
225,00	45,87	3,06	47,44	85,00
230,00	44,75	3,06	45,97	87,94
235,00	43,64	3,06	44,53	90,80
240,00	42,52	3,06	43,10	93,91
245,00	41,41	3,06	41,70	96,89
250,00	40,30	3,06	40,25	100,61
255,00	39,18	3,06	38,89	104,26
260,00	38,07	3,06	37,55	107,85
265,00	36,95	3,06	36,22	111,51
270,00	35,84	3,06	34,90	115,84
275,00	34,72	2,75	33,67	120,00
280,00	33,61	1,80	32,57	124,07
285,00	32,49	0,85	31,41	130,00
290,00	31,38	-0,10	30,31	135,84
295,00	30,26	-1,00	29,20	142,18
0,00	30,00	-0,36	28,76	142,06