

COMMITTENTE:



Direzione Investimenti - Direzione Investimenti Area Centro

SOGGETTO TECNICO:

Direzione Operativa Infrastrutture Territoriale Firenze - S.O. Ingegneria

PROGETTAZIONE:

APPALTATORE:

Direttore della Progettazione: ING. NANDO GRANIERI	Progettista: Ing. Nando Granieri

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PISTOIA
Sezione A
NANDO GRANIERI
DOTTORE INGEGNERE
SETTORE CIVILE E AMBIENTALE
SETTORE INDUSTRIALE
SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

LINEA PISTOIA - LUCCA - VIAREGGIO / PISA
RADDOPPIO DELLA LINEA PISTOIA - LUCCA - PISA S.R.
TRATTA PISTOIA - MONTECATINI TERME

VIABILITA' Rotatoria lato Pistoia Km 2+288 Relazione tecnica stradale	SCALA .		
	Foglio	1 di	1

PROGETTO/ANNO	SOTTOPR.	LIVELLO	NOME DOC.	PROGR.OP.	FASE FUNZ.	NUMERAZ.
1346PO	S05	PR	GRSP	08	01	I001

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
0	Prima Emissione	N. Granieri	22.09.2021						
2	Rev. 2	N. Granieri	24.06.2024						
3	Rev. 3	N. Granieri	25.06.2024						
4	Rev. 4	N. Granieri	23.09.2024						

POSIZIONE ARCHIVIO	LINEA	SEDE TECN.	NOME DOC.	NUMERAZ.		
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

File:

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

Sommario

1	Premessa	2
2	Normativa di riferimento	3
3	Documenti correlati	4
4	Caratteristiche del tracciato	5
4.1	Descrizione dell'intervento	5
4.1.1	Sezione tipologica	5
4.1.2	Andamento planimetrico	9
4.1.3	Andamento altimetrico	12
4.2	Segnaletica stradale	16
4.3	Barriere di sicurezza	17
4.4	Pavimentazione stradale	19
4.5	Idraulica di piattaforma	21
4.6	Fasi di realizzazione	22
4.7	Analisi della relazione tra la nuova intersezione a circolazione rotatoria e la pertinenza di servizio (stazione di rifornimento Q8).....	24
4.7.1	Verifica della distanza di visibilità per l'arresto	25
4.7.2	Verifica del triangolo di visibilità	27
4.7.3	Considerazioni aggiuntive	29

ATI Imprese		 GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

1 Premessa

Nell'ambito del programma di potenziamento della linea ferroviaria Pistoia-Lucca-Viareggio/Pisa è previsto il raddoppio della tratta Pistoia-Montecatini Terme. Tale raddoppio, della lunghezza complessiva di 12 km, è stato progettato in stretto affiancamento alla linea esistente fatta eccezione della variante di Serravalle, che si sviluppa per una lunghezza di circa 2 km comprendente anche la nuova galleria a doppio binario della lunghezza di circa 1600 m.

La presente relazione descrive i criteri tecnici, funzionali e normativi applicati nello sviluppo del Progetto Esecutivo della sistemazione con "circolazione rotatoria" al km 2+288, finalizzata al ripristino dell'accessibilità delle aree interessate dall'intervento e a garantire l'allaccio delle viabilità esistenti.



Figura 1 – Stato dei luoghi.

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

2 Normativa di riferimento

Per l'attività di progettazione si è fatto riferimento a leggi, norme, prescrizioni tecniche, regolamenti richiamati nei documenti contrattuali e, comunque, genericamente di seguito indicati:

- ✓ Leggi e Decreti ed Istruzioni di indirizzo generale;
- ✓ Istruzioni e Circolari di RFI ovvero Ferrovie dello Stato;
- ✓ Tabelle e Norme CNR-UNI

Ed in particolare per l'ambito stradale le principali norme sono:

Tabella 1 - Norme di riferimento

Stradali	
D.L. 30/04/1992, n. 285 s.m.i	Nuovo Codice delle Strada
D.P.E. 16/12/1992, n. 495 s.m.i	Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada
D.M. 5/11/2001, n. 6792	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
D.M. Infr. e Trasp. 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 - 21/06/2004	Aggiornamento delle istruzioni per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
M.I.T. 3065 – 25/08/2004	Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
D.M. Infr. e Trasp. 19/04/2006	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali
D.M. Infr. e Trasp. 2/05/2012	Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali
RFI DINIC MA CS 00 001 B	Linee Guida per la sicurezza nell'affiancamento strada ferrovia

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

3 Documenti correlati

La presente relazione tecnica si riferisce a quanto rappresentato nei seguenti elaborati grafici redatti nell'ambito della relazione Esecutiva in oggetto:

Tabella 2 - Elaborati di progetto

	PROGETTO ESECUTIVO
01	Planimetria e sezioni tipiche
02	Profili longitudinali
03	Sezioni trasversali tipo
04	Fasi cantiere
05	Impianto di illuminazione
06	Stato di fatto
07	Sezioni tipologiche e particolari

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4 Caratteristiche del tracciato

4.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di una sistemazione con "circolazione rotatoria" in corrispondenza del km 38 dell'attuale SR435.

La ricucitura con la rete viaria locale avviene tramite la realizzazione di 3 bracci, nello specifico:

- Braccio R1 → innesto da SR435 lato sud;
- Braccio R2 → innesto da SR435 lato nord;
- Braccio R3 → innesto da via vicinale Paradiso lato ovest.

Si prevede anche la risistemazione dell'attuale Via dell'Arcale, con caratteristiche di strada vicinale, esternamente alla sistemazione con "circolazione rotatoria" e della strada vicinale Paradiso.

Nel seguito si riportano le caratteristiche geometriche, dei dispositivi di ritenuta, delle pavimentazioni e della segnaletica dei diversi assi dell'intervento in oggetto.

4.1.1 Sezione tipologica

4.1.1.1 Sistemazione a circolazione rotatoria

Si prevede una piattaforma stradale di sezione trasversale pari a 8 m, così composta:

- Corona giratoria $b_{cg} = 6 \text{ m}$
- n° 2 banchine laterali $b_b = 1 \text{ m}$
-

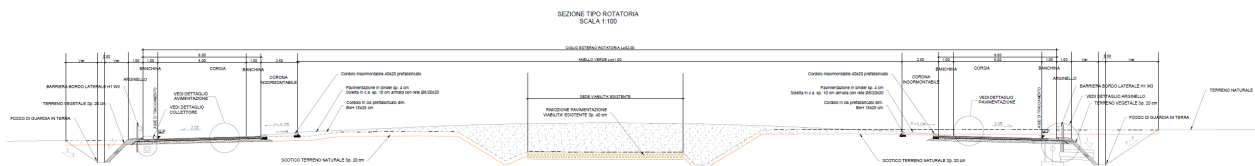


Figura 2 – Sezione tipo sistemazione a circolazione rotatoria

4.1.1.2 Braccio R1

La piattaforma stradale in oggetto è stata dimensionata al fine di riconnettersi con la SR435 attuale; nello specifico risulta composta da

- n° 2 corsie (una per ogni senso di marcia) $b_c = 3.75 \text{ m}$
- n° 2 banchine laterali $b_b = 1.25 \text{ m}$

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

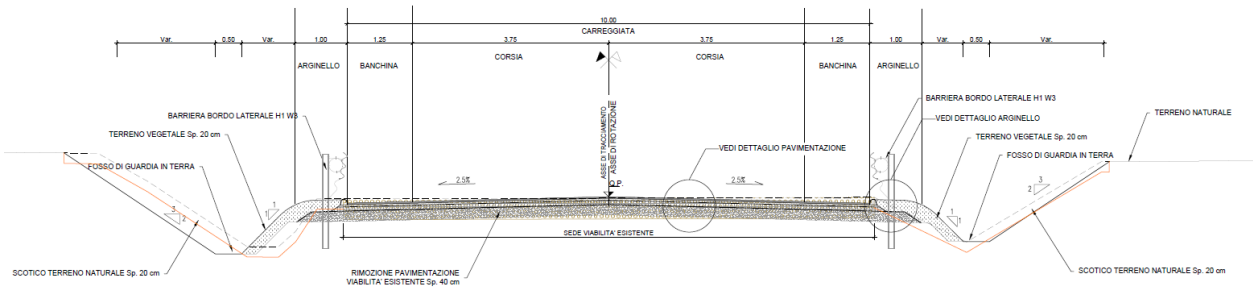


Figura 3 – Sezione tipo braccio R1

In approccio alla rotatoria sono stati previsti:

- braccio di ingresso L=3.5m
- braccio di uscita L=4.5m

4.1.1.3 Braccio R2

La piattaforma stradale in oggetto è stata dimensionata al fine di riconnettersi con la SR435 attuale; nello specifico risulta composta da

- n° 2 corsie (una per ogni senso di marcia) $b_c = 3.80 \div 3.93$ m (variabilità dettata dalla necessità di allargare la corsia per l'inscrivibilità in curva e contestualmente di doversi raccordare alla sezione esistente).
- n° 2 banchine laterali $b_b = 1.25$ m

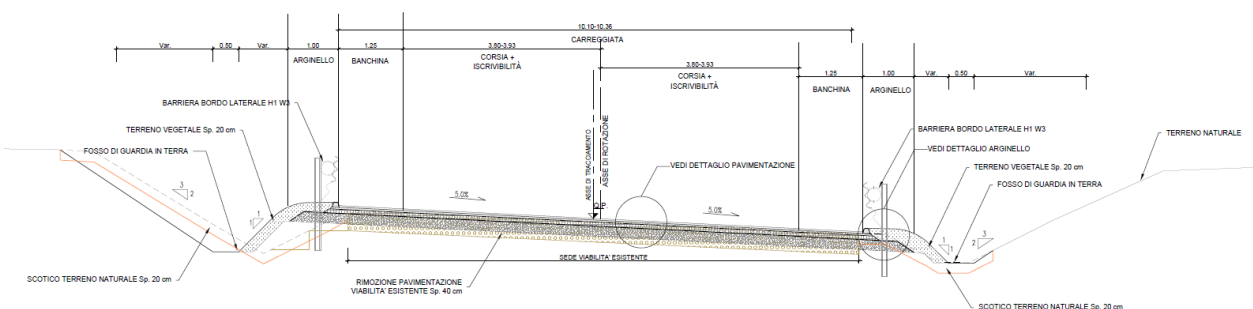


Figura 4 – Sezione tipo braccio R2

In approccio alla rotatoria sono stati previsti:

- braccio di ingresso L=3.5m
- braccio di uscita L=4.5m

ATI Imprese		 GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.1.1.4 Braccio R3

La piattaforma stradale in oggetto è inquadrabile tra le strade locali extraurbane di tipo F2:

- n° 2 corsie (una per ogni senso di marcia) $b_c = 3.25 \text{ m}$
- n° 2 banchine laterali $b_b = 1 \text{ m}$

La sezione va poi rastremandosi per raccordarsi alla strada vicinale Paradiso esistente.

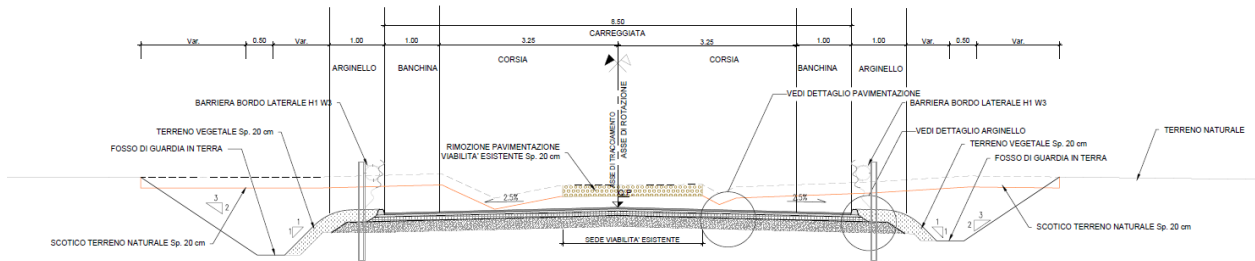


Figura 5 – Sezione tipo braccio R3

In approccio alla rotatoria sono stati previsti:

- braccio di ingresso $L=3.5\text{m}$
- braccio di uscita $L=4.5\text{m}$

4.1.1.5 Viabilità vicinali

La piattaforma stradale in oggetto è inquadrabile tra le strade locali a destinazione particolare (§3.5 del D.M. 05/11/2001), ovvero a servizio di proprietà private, e pertanto le caratteristiche della piattaforma non sono influenzate dal parametro "velocità di progetto" bensì dall'ingombro dei veicoli di cui è previsto il transito.

In considerazione del traffico presunto e degli spazi esistenti si prevede una piattaforma stradale così composta:

- n° 2 corsie (una per ogni senso di marcia) $b_c = 2,75 \text{ m}$
- n° 2 banchine laterali $b_b = 0,50 \text{ m}$

ATI Imprese		 GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

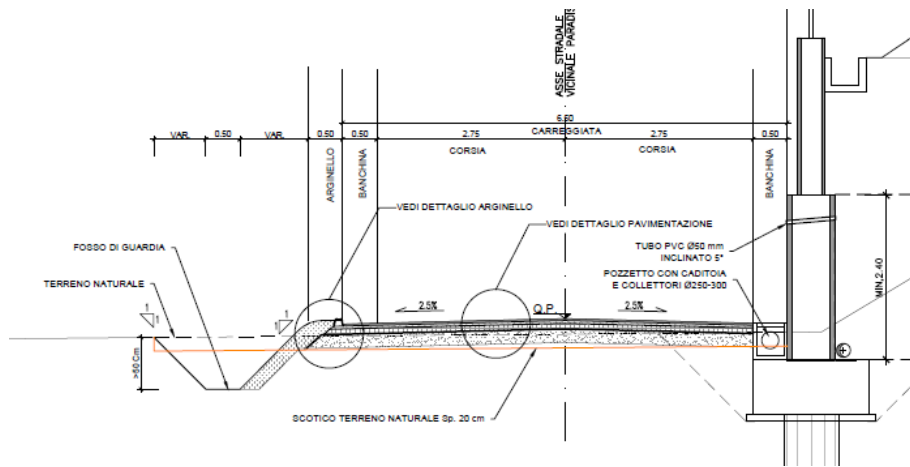


Figura 6 – Sezione tipo viabilità vicinali

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.1.2 Andamento planimetrico

4.1.2.1 Sistemazione a circolazione rotatoria

Il tracciato planimetrico della viabilità oggetto di studio è stato ottenuto a partire dal tracciato esistente della SR435. Sulla sistemazione a circolazione rotatoria converge anche la viabilità vicinale Paradiso.

L'asse di tracciamento, coincidente con il ciglio esterno della corona giratoria, presenta un valore di raggio pari a 30m.

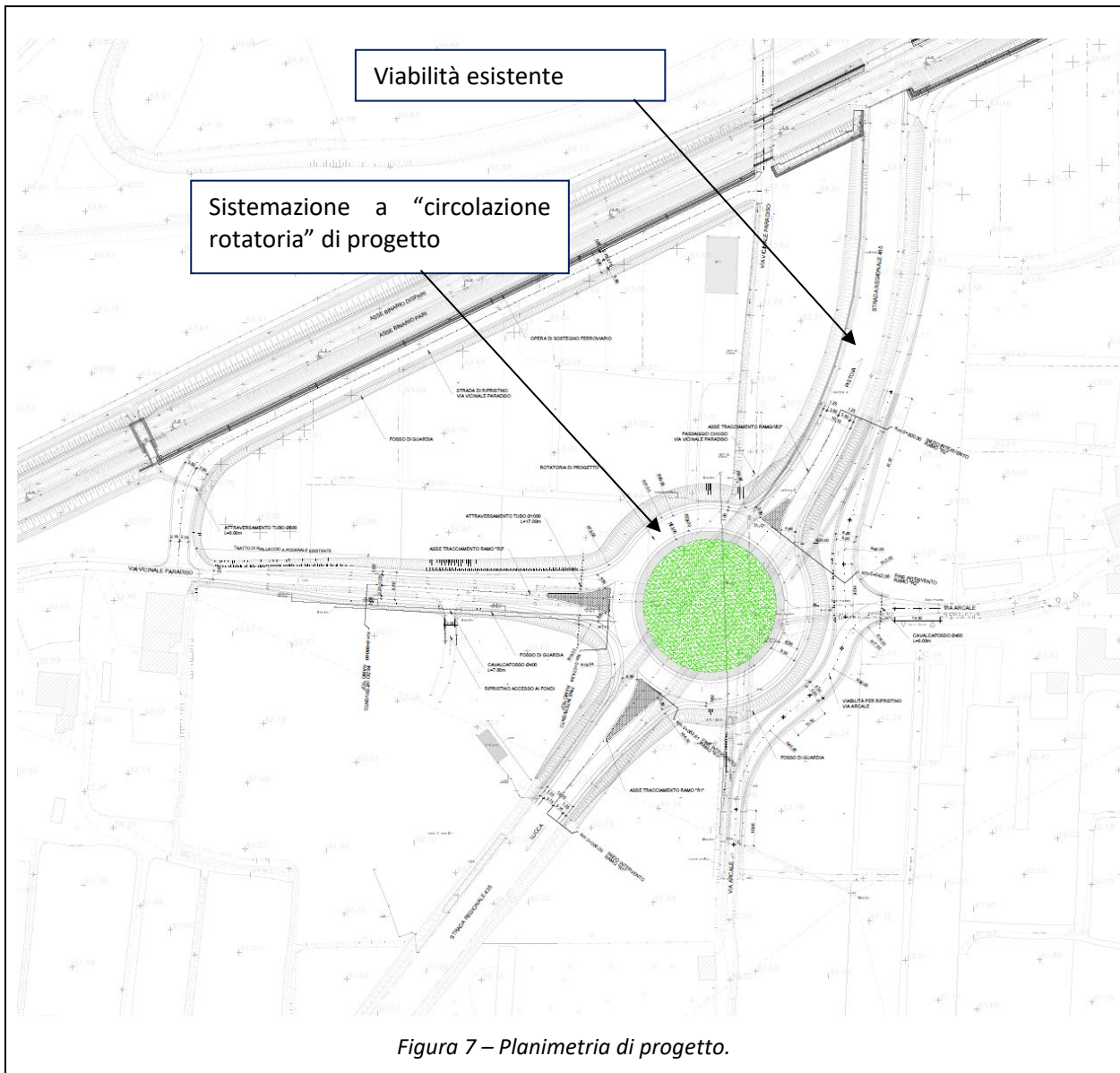


Figura 7 – Planimetria di progetto.

Le caratteristiche planimetriche dell'asse sono riportate negli elaborati grafici.

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.1.2.2 Braccio R1

Il tracciato planimetrico della viabilità R1 è stato ottenuto a partire dal tracciato esistente della SR435, e risulta composto da un unico rettilineo con vertice finale in corrispondenza del centro della sistemazione a circolazione rotatoria.

La Vp è stata limitata a 30km/h in corrispondenza del ciglio della corona giratoria; i 30km/h permangono per 15m dal ciglio per poi aumentare con accelerazione di 0,8m/s².

4.1.2.3 Braccio R2

Il tracciato planimetrico della viabilità oggetto di studio è stato ottenuto a partire dal tracciato esistente della SR435, contraddistinto nel punto di inizio intervento da un andamento curvilineo con raggio di 160m. Il rettilineo finale dell'asse di progetto termina in corrispondenza del centro della sistemazione a circolazione rotatoria.





La Vp è stata limitata a 30km/h in corrispondenza del ciglio della corona giratoria; i 30km/h permangono per 15m dal ciglio per poi aumentare con accelerazione di 0,8m/s².

4.1.2.4 Braccio R3

Il tracciato planimetrico della viabilità oggetto di studio è stato ottenuto a partire dal tracciato esistente della strada vicinale Paradiso, e risulta composto da un unico rettilineo con vertice finale in corrispondenza del centro della sistemazione a circolazione rotatoria.

La Vp è stata limitata a 30km/h in corrispondenza del ciglio della corona giratoria; i 30km/h permangono per 15m dal ciglio per poi aumentare con accelerazione di 0,8m/s² fino alla Vp di 40km/h, coerente con le caratteristiche della viabilità Paradiso esistente.

Nello stralcio seguente sono riportati i tracciamenti dei 3 bracci.

ATI Imprese		 GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A.	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

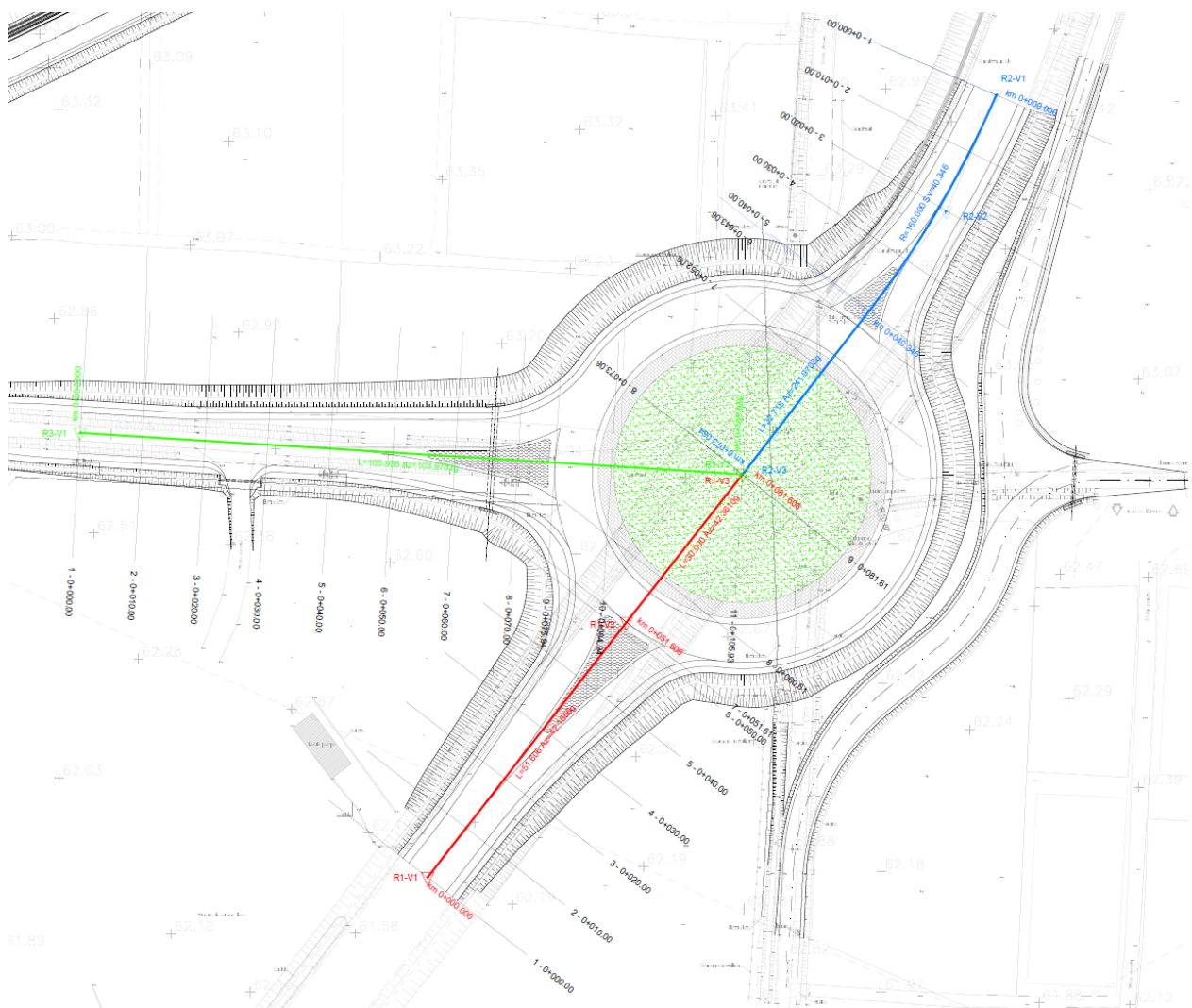


Figura 8 – Planimetria di tracciamento dei bracci R1, R2 e R3.

4.1.2.5 Viabilità vicinali

La via vicinale Paradiso è stata adeguata al fine di mantenere il collegamento con il sottopasso ferroviario e contestualmente minimizzare l'impatto sulle proprietà adiacenti, a seguito dell'inserimento della sistemazione a circolazione rotatoria; la soluzione definitiva prevede dunque un tracciato che si sviluppa lungo la linea ferroviaria dal sottopasso ferroviario per poi innestarsi con intersezione a T lungo la via vicinale Paradiso esistente.

La viabilità attuale via dell'Arcale è stata adeguata per garantire l'inserimento della sistemazione a circolazione rotatoria; l'andamento planimetrico è stato studiato al fine di limitare l'ingombro in adiacenza all'intersezione a circolazione rotatoria stessa.

ATI Imprese		 GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.1.3 Andamento altimetrico

4.1.3.1 Sistemazione a circolazione rotatoria

Lo studio dell'andamento altimetrico è stato fortemente condizionato dai vincoli al contorno, in particolar modo dalla presenza della strada SR 435 che ne determina la posizione altimetrica.

Il profilo di progetto è costituito da una sequenza di livellette con pendenza massima pari al 1%. Il raccordo convesso minimo presenta raggio pari a 1500m mentre il raccordo concavo minimo un raggio di 1300m.

La successione degli elementi altimetrici è stata definita nel rispetto delle condizioni di circolazione correlate al soddisfacimento dei seguenti aspetti:

- Rispetto della pendenza massima delle livellette, tipicamente del 4/5% per le rotatorie;
- Rispetto del raggio minimo dei raccordi altimetrici concavi e convessi in relazione a:
 - comfort accelerazione verticale;
 - visuale libera richiesta per l'arresto per la velocità di progetto.

I raccordi altimetrici sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale di equazione:

$$y = bx - ax^2$$

dove:

$$a = \frac{\Delta i}{100 \times 2L} = \frac{1}{2R_v} \qquad b = \frac{i_1}{100}$$

- a = parametro della parabola
- Δi = variazione di pendenza in percento delle livellette da raccordare
- R_v = raggio del cerchio osculatore nel vertice A della parabola
- L = lunghezza dell'arco di parabola

Le caratteristiche altimetriche dell'asse sono riportate negli elaborati grafici.

4.1.3.2 Braccio R1

L'andamento altimetrico dell'asse è stato fortemente condizionato dalle quote della strada SR435 esistente e da quelle della sistemazione a circolazione rotatoria.

Il profilo di progetto è costituito da una sequenza di livellette con pendenza massima pari al 2.5% (compatibile con la pendenza trasversale della corona giratoria nella quale si innesta). Il raccordo concavo presenta un raggio pari a 1000m.

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

La successione degli elementi altimetrici è stata definita nel rispetto delle condizioni di circolazione correlate al soddisfacimento dei seguenti aspetti:

- Rispetto della pendenza massima delle livellette;
- Rispetto del raggio minimo dei raccordi altimetrici concavi in relazione a:
 - comfort accelerazione verticale;
 - visuale libera richiesta per l'arresto per la velocità di progetto.

I raccordi altimetrici sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale di equazione:

$$y = bx - ax^2$$

dove:

$$a = \frac{\Delta i}{100 \times 2L} = \frac{1}{2R_v} \qquad b = \frac{i_1}{100}$$

- a = parametro della parabola
- Δi = variazione di pendenza in percento delle livellette da raccordare
- R_v = raggio del cerchio osculatore nel vertice A della parabola
- L = lunghezza dell'arco di parabola

Le caratteristiche altimetriche dell'asse sono riportate negli elaborati grafici.

4.1.3.3 Braccio R2


L'andamento altimetrico dell'asse è stato fortemente condizionato dalle quote della strada SR435 esistente e da quelle della sistemazione a circolazione rotatoria.

Il profilo di progetto è costituito da una sequenza di livellette con pendenza massima pari al 2.5% (compatibile con la pendenza trasversale della corona giratoria nella quale si innesta). Il raccordo concavo presenta un raggio pari a 800m.

La successione degli elementi altimetrici è stata definita nel rispetto delle condizioni di circolazione correlate al soddisfacimento dei seguenti aspetti:

- Rispetto della pendenza massima delle livellette;
- Rispetto del raggio minimo dei raccordi altimetrici concavi in relazione a:
 - comfort accelerazione verticale;
 - visuale libera richiesta per l'arresto per la velocità di progetto.

I raccordi altimetrici sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale di equazione:

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

$$y = bx - ax^2$$

dove:

$$a = \frac{\Delta i}{100 \times 2L} = \frac{1}{2R_v} \qquad b = \frac{i_1}{100}$$

- a = parametro della parabola
- Δi = variazione di pendenza in percento delle livellette da raccordare
- R_v = raggio del cerchio osculatore nel vertice A della parabola
- L = lunghezza dell'arco di parabola

Le caratteristiche altimetriche dell'asse sono riportate negli elaborati grafici.

4.1.3.4 Braccio R3

L'andamento altimetrico dell'asse è stato fortemente condizionato dalle quote della strada vicinale Paradiso esistente, da quelle della sistemazione a circolazione rotatoria e dalla presenza dell'attraversamento idraulico con tubo $\varnothing 1000$.

Il profilo di progetto è costituito da una sequenza di livellette con pendenza massima pari al 2.5% (compatibile con la pendenza trasversale della corona giratoria nella quale si innesta). Il raccordo concavo ed il raccordo convesso presenta entrambi un raggio pari a 800m.

La successione degli elementi altimetrici è stata definita nel rispetto delle condizioni di circolazione correlate al soddisfacimento dei seguenti aspetti:

- Rispetto della pendenza massima delle livellette;
- Rispetto del raggio minimo dei raccordi altimetrici concavi in relazione a:
 - comfort accelerazione verticale;
 - visuale libera richiesta per l'arresto per la velocità di progetto.

I raccordi altimetrici sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale di equazione:

$$y = bx - ax^2$$

dove:

$$a = \frac{\Delta i}{100 \times 2L} = \frac{1}{2R_v} \qquad b = \frac{i_1}{100}$$

- a = parametro della parabola

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

- Δi = variazione di pendenza in percento delle livellette da raccordare
- R_v = raggio del cerchio osculatore nel vertice A della parabola
- L = lunghezza dell'arco di parabola


Le caratteristiche altimetriche dell'asse sono riportate negli elaborati grafici.

4.1.3.5 Viabilità vicinale Paradiso

L'andamento altimetrico dell'asse è stato fortemente condizionato dalla presenza dell'opera della linea ferroviaria di progetto e dalla necessità di inserimento di un collettore alla base della stessa; altro elemento vincolante è l'attraversamento idraulico con tubo $\varnothing 800$ in prossimità della fine dell'asse in oggetto.

Il profilo di progetto è costituito da una sequenza di livellette con pendenza massima pari al 2.5%. I due raccordi convessi presentano rispettivamente raggi pari a 800m e 1000m.

Le caratteristiche altimetriche dell'asse sono riportate negli elaborati grafici.

ATI Imprese		 GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.3 Barriere di sicurezza

Ai fini del posizionamento e della scelta della tipologia della barriera di sicurezza da prevedere lungo il tracciato, si è fatto riferimento a quanto dettato dalle vigenti norme, ovvero:

- Ministero dei Lavori Pubblici D.M. 18 febbraio 1992, n° 223 (G.U. 16/3/1992, n°63) Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- Ministero dei Lavori Pubblici D.M. 3 giugno 1998, (G.U. 29/10/1998, n°253) Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione.
- D.M. 11.06.99 (Aggiornamento D.M. 15.10.96 e D.M. 18.02.92 n. 223) e ss.mm.ii. "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti D.M. 21 giugno 2004, (G.U. 05/08/2004, n°84) 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.
- Circolare Prot. 62032 21/07/2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- D.M. 28/06/2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale";
- Normativa europea UNI EN 1317

Il progetto del posizionamento degli elementi di ritenuta tiene conto delle caratteristiche geometriche della sede stradale e della compatibilità dei dispositivi con gli spazi disponibili e gli altri vincoli esistenti. L'analisi delle zone da proteggere è stata eseguita applicando i criteri di installazione riportati nel decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successivi aggiornamenti e modifiche:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione;
- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili);
- gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc, ed i

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc, che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata, inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia, tenendo anche conto dei criteri generali indicati nell'art. 6, in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

Per la composizione del traffico, si è fatto riferimento alle informazioni relative al monitoraggio della postazione P052 sulla strada regionale 435 al km 37, reperibili dal Dataset della Regione Toscana, relativi agli anni dal 2015 al 2019. Dallo studio dei suddetti dati è stato possibile risalire al tipo di traffico di livello II, in accordo alle indicazioni riportate nel DM 2367 del 21/06/2004.

Alla luce di quanto sopra esposto si prevede l'installazione di barriere di classe **H1BL** lungo i rami della rotonda e lungo la rotonda stessa e barriere di classe **N2BL** lungo il margine sinistro della viabilità vicinale "Via dell'Arcale" e lungo il margine sinistro della viabilità di ricucitura in approccio all'intersezione con la Strada vicinale Paradiso, in quanto il delta quota tra l'arginello e il piano campagna risulta superiore a 1m.

L'estesa di tali barriere risulta essere sempre di almeno 90m.

Per maggiori dettagli, si rimanda allo specifico elaborato di progetto.

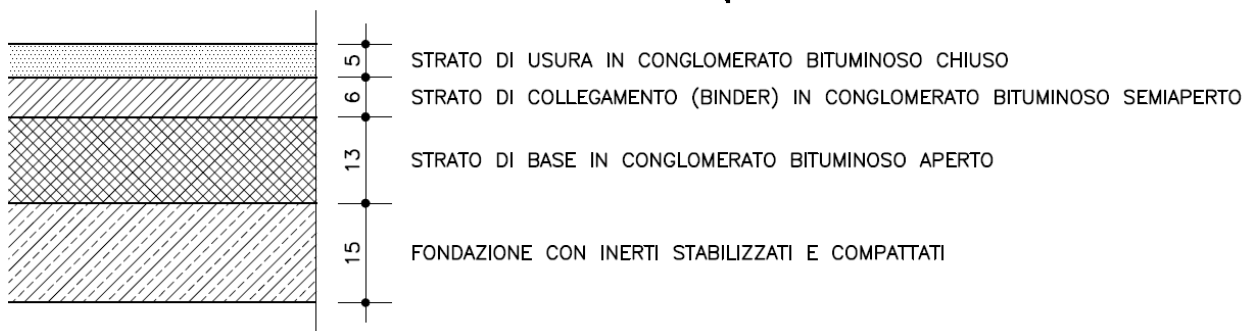
ATI Imprese		 GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.4 Pavimentazione stradale

Per la pavimentazione stradale della sistemazione a circolazione rotatoria e dei rami R1 e R2 è prevista una configurazione di spessore complessivo pari a 39 cm (tipo A) costituita da:

- Tappeto di usura in conglomerato bituminoso sp. 5 cm
- Binder in conglomerato bituminoso sp. 6 cm
- Base in conglomerato bituminoso sp.13 cm
- Strato di fondazione in misto stabilizzato sp. 15 cm

Pavimentazione tipo A

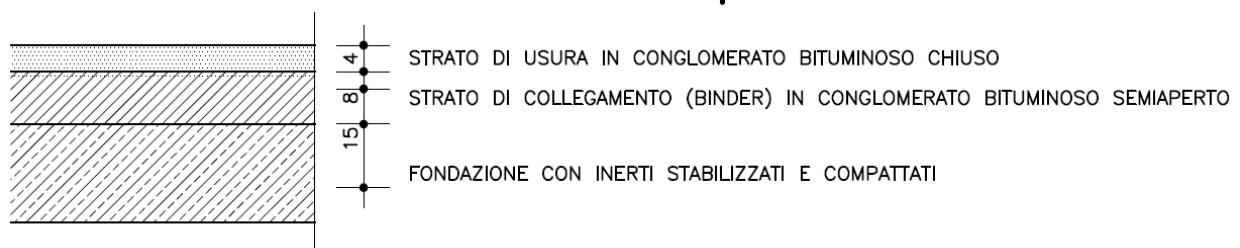


La scelta della sovrastruttura stradale è stata fatta basandosi sulla tipologia di strada e sul tipo di traffico analizzato sul posto e pertanto dimensionato sulla base di quanto indicato dal Catalogo delle pavimentazioni del CNR (scheda 4F) considerando un modulo resiliente del sottofondo pari almeno a 90 N/mm².

Per la pavimentazione stradale delle viabilità di ricucitura è prevista invece una configurazione di spessore complessivo pari a 27cm (tipo B) costituita da:

- Tappeto di usura in conglomerato bituminoso sp. 4 cm
- Binder in conglomerato bituminoso sp. 8 cm
- Strato di fondazione in misto stabilizzato sp. 15 cm

Pavimentazione tipo B



La scelta della sovrastruttura stradale, in assenza di dati di traffico e quindi del numero di passaggi di veicoli commerciali, è stata fatta basandosi sulla tipologia di strada e dimensionato sulla base di quanto indicato dal Catalogo delle pavimentazioni del CNR (scheda 7F) considerando la condizione meno vincolante circa il numero di transiti previsto per il tipo di strada di riferimento, in quanto le viabilità suddette sono caratterizzate da un rango funzionale inferiore a quello delle strade locali, alle quali la

ATI Imprese			
	<p>"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".</p>		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

scheda del Catalogo presa in considerazione si riferisce. Il modulo resiliente del sottofondo è stato considerato pari almeno a 90 N/mm².

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.5 Idraulica di piattaforma

Lo smaltimento delle acque di piattaforma è assicurato dal sistema di pendenze trasversali e longitudinali della piattaforma stessa, e da una rete di smaltimento caratterizzata dalla presenza di collettori, fossi di guardia e tombini.

Le acque che cadono sulla piattaforma stradale vengono raccolte e convogliate alla base dei rilevati di progetto per mezzo dei vari embrici opportunamente dimensionati e del sistema di caditoie.

Il recapito finale è così individuato:

- viabilità vicinale Paradiso: le acque raccolte nel collettore lungo il lato destro, dopo aver sotto attraversato la viabilità per mezzo di idoneo tubo, trovano recapito nel fosso di guardia lungo il lato sinistro;
- sistemazione a circolazione rotatoria: le acque, tramite pozzetti in cls, vengono raccolte nel fosso perimetrale e trovano recapito nel fosso di guardia lungo la sede stradale esistente della SR435.

La presenza degli attraversamenti idraulici è stata presa in considerazione nella definizione dei profili delle viabilità di progetto, come specificato in precedenza nel paragrafo relativo agli andamenti altimetrici.

Per i dettagli si rimanda agli specifici elaborati.

ATI Imprese	Ceprini Costruzioni Srl	GTF GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.	CEMES PISA S.p.A.
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.6 Fasi di realizzazione

La sistemazione in progetto si inserisce in ambito di viabilità esistente, la SR435. Pertanto, al fine di limitare i disagi per la realizzazione della stessa, si studia una fasizzazione tale da garantire il flusso di traffico.

Di seguito si riportano gli schemi delle fasi previste:

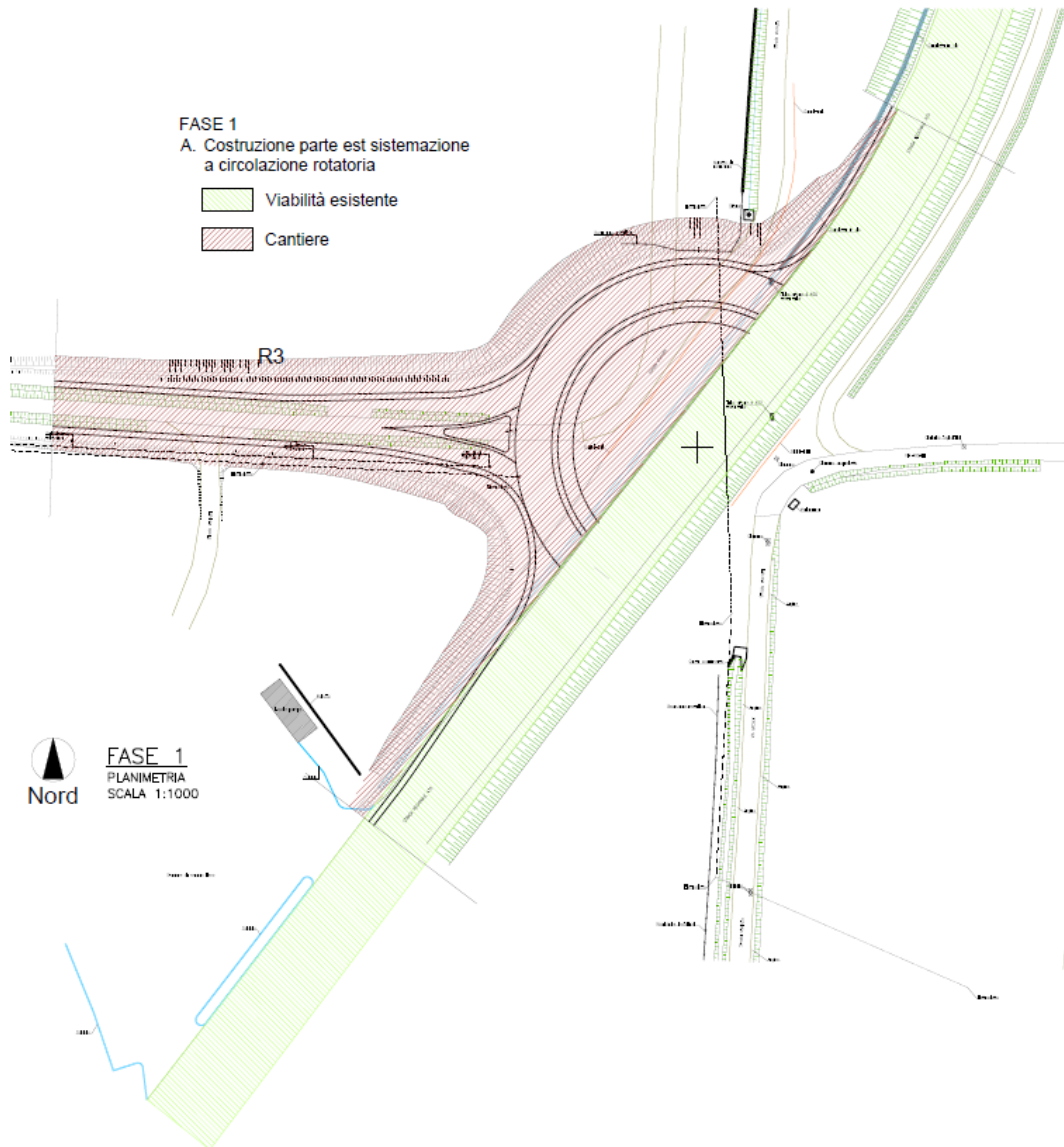


Figura 10 – Planimetria delle fasi – Fase1

ATI Imprese		 GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

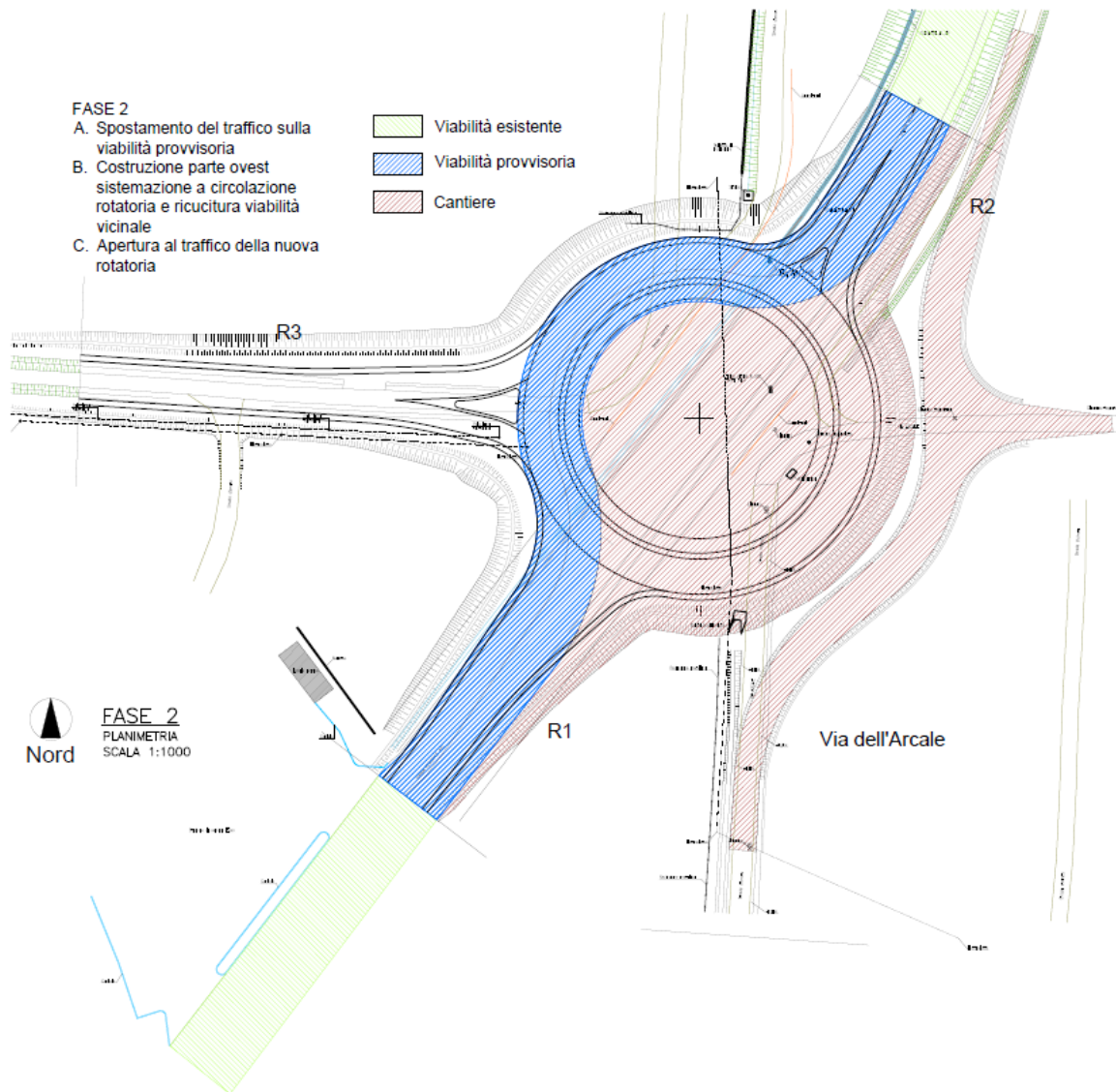


Figura 11 – Planimetria delle fasi – Fase2

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.7 Analisi della relazione tra la nuova intersezione a circolazione rotatoria e la pertinenza di servizio (stazione di rifornimento Q8)

Di seguito si riporta l'analisi della relazione tra la nuova intersezione a circolazione rotatoria sulla S.R. 435, prevista fin dalla fase di Progetto Definitivo a seguito della soppressione del PL al km 2+838, con la vicina stazione di rifornimento "Q8".

La suddetta relazione viene trattata con riferimento all'**art. 24 del Codice della Strada**, che inquadra le **aree di rifornimento come pertinenze di servizio** (per le quali non si applicano i dettami del DM 2006 in merito alle intersezioni stradali), e con riferimento all'**art. 60 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada**, che determina l'ubicazione delle pertinenze di servizio.

Con riferimento al **comma 3** del suddetto art. 60, vengono condotte analisi di visibilità finalizzate alla verifica della presenza di condizioni necessarie a consentire un reciproco e tempestivo avvistamento tra i conducenti che percorrono la strada e i conducenti in entrata ed in uscita dalla pertinenza. A tal fine, si riportano di seguito:

1. la verifica della distanza di visibilità per l'arresto lungo la traiettoria dei veicoli che, dall'intersezione, impegnano la viabilità principale in direzione della pertinenza di servizio (conformemente alle indicazioni del DM 2001);
2. la verifica del triangolo di visibilità relativa al punto di conflitto di intersezione generato dai veicoli in uscita dalla pertinenza e da quelli percorrenti l'asse principale (conformemente alle indicazioni del DM 2006).

ATI Imprese		 GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.7.1 Verifica della distanza di visibilità per l'arresto

L'analisi consiste nel verificare che lungo la traiettoria sussistano distanze di visuale libera almeno pari a quelle di visibilità per l'arresto, che sono pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto.

La verifica è stata condotta prendendo in considerazione la traiettoria di attraversamento percorribile più velocemente la quale, in corrispondenza del ramo di uscita, risulta molto schiacciata verso il margine destro, comportando la situazione più vincolante per l'analisi di visibilità. La velocità di progetto è stata posta pari a 40km/h in corrispondenza del ciglio dell'intersezione a rotatoria (coerentemente alla geometria della traiettoria e coerentemente al limite di velocità, pari a 30km/h), per poi aumentare con accelerazione di $0.8m/s^2$, conformemente alle indicazioni del D.M. 2001 sulla redazione del diagramma delle velocità.

Dall'analisi emerge che le condizioni sono tali da garantire, in uscita dall'intersezione, una distanza di visuale libera maggiore della distanza di visibilità richiesta per la manovra di arresto. Infatti, l'involuppo delle linee di visuale per la manovra di arresto (rappresentato dalla linea viola nell'immagine seguente) è sempre contenuto all'interno della piattaforma stradale, lungo la quale non sono presenti ostruzioni di visibilità.

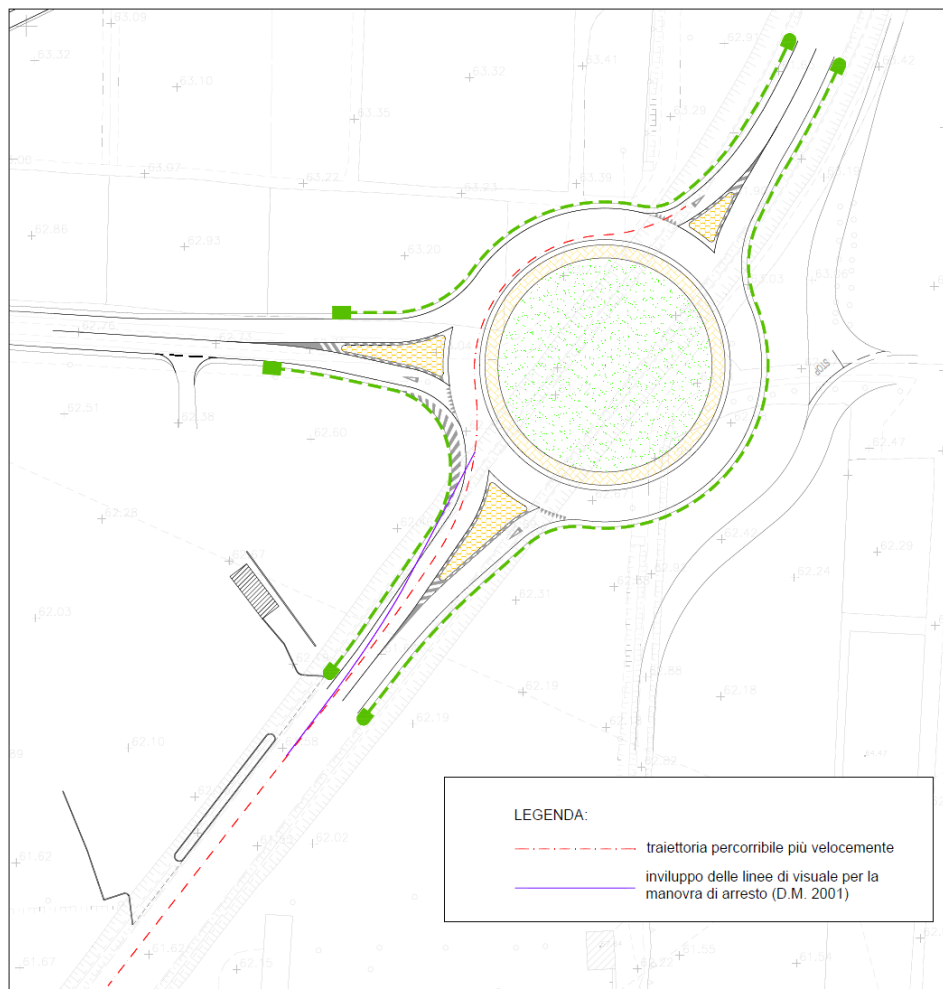




Figura 12 – Verifica della distanza di visibilità per l'arresto

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

Nella tabella seguente si riporta il confronto tra le distanze di arresto richieste (Da) e le distanze di visuale libera (Dva) lungo i primi 5m dal ciglio della rotatoria (che rappresentano le progressive con le condizioni di visibilità più vincolanti in uscita dalla rotatoria); la pendenza longitudinale è stata posta pari a -2.5%, coerentemente al profilo del Ramo 1 di progetto mentre la velocità di progetto, come esplicitato in precedenza, risulta pari a 40km/h in corrispondenza del ciglio della rotatoria per poi aumentare con accelerazione di 0.8m/s².

Tabella 3 – Verifica di visibilità per la manovra di arresto (D.M. 2001)

pk	Vp [km/h]	i [%]	Da [m]	Dva [m]
0+000	40.00	-2.5	41.7	45.1
0+001	40.26	-2.5	42.0	49.8
0+002	40.52	-2.5	42.2	57.3
0+003	40.77	-2.5	42.4	70.6
0+004	41.02	-2.5	42.7	92.8
0+005	41.28	-2.5	43.0	102.6

Dal confronto emerge come le distanze di visuale libera siano sempre superiori alle distanze di visibilità richieste per la manovra di arresto.

ATI Imprese			
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.7.2 Verifica del triangolo di visibilità

Relativamente all'immissione dei veicoli dalla pertinenza sulla strada principale, sono state condotte le verifiche di visibilità in termini di triangoli di visuale, così come riportato nel D.M. 2006; la verifica è esposta nel seguito.

Il lato maggiore del triangolo di visibilità è rappresentato dalla distanza di visibilità principale D, data dall'espressione:

$$D = v \times t$$

In cui:

v = velocità di riferimento [m/s], pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato, in presenza di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica;

t = tempo di manovra pari a:

- in presenza di manovre regolate da precedenza: 12s;
- in presenza di manovre regolate da Stop: 6 s.

Tali valori devono essere incrementati di un secondo per ogni punto percentuale di pendenza longitudinale del ramo secondario superiore al 2%.



Il lato minore del triangolo di visibilità sarà commisurato ad una distanza di 20m dal ciglio della strada principale, per le intersezioni regolate da precedenza, e di 3 m dalla linea di arresto, per quelle regolate da Stop.

All'interno del triangolo di visibilità non devono esistere ostruzioni alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato. Si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0.8m.

Per la viabilità in esame è stato considerato il caso di manovre regolate da Stop; le traiettorie dei veicoli sono state considerate in asse alle rispettive corsie.

La velocità di progetto è stata posta cautelativamente pari a 50km/h, nonostante dal diagramma di velocità (determinato secondo quanto esplicitato al paragrafo precedente) si ha che la velocità di progetto in corrispondenza del vertice del triangolo considerato (a circa 16m dal ciglio dell'intersezione a circolazione rotatoria) sia pari a circa 44km/h.

Sull'aiuola spartitraffico dell'area di servizio non dovranno essere presenti oggetti isolati aventi dimensione massima planimetrica superiore a 0.8m (D.M. 19/04/2006, §4.6).

ATI Imprese		 <small>GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.P.A.</small>	
	"Progettazione ed esecuzione delle opere civili, degli impianti di armamento ferroviario, di trazione elettrica e degli impianti IS di piazzale, per la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria Firenze-Viareggio, nella tratta Pistoia-Montecatini Terme".		
1346POS05PRGRSP0801I0014	Relazione Tecnica Stradale		

4.7.3 Considerazioni aggiuntive

In conclusione, si riportano due considerazioni qualitative in merito all'incremento della sicurezza generato dall'inserimento di un nodo lungo il tronco stradale principale.

Difatti la presenza dell'intersezione a circolazione rotatoria comporta da un lato una oggettiva riduzione delle velocità operative (velocità assunta dall'utenza) nel tratto in approccio alla pertinenza stessa; dall'altro lato, la presenza dell'intersezione con la relativa possibilità di inversione dell'itinerario, consente agli utenti provenienti da sud di effettuare in maniera sicura la manovra di immissione alla pertinenza di servizio (raggiungendo l'anello, invertendo la direzione di marcia e accedendo all'area di servizio provenendo da nord) che altrimenti, in assenza dell'intersezione, probabilmente proverebbero ad effettuare direttamente dalla corsia in direzione nord (generando dunque ulteriori punti di conflitto tra le correnti veicolari), nonostante tale manovra sia amministrativamente interdetta.