

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. PRODUZIONE CENTRO NORD

PROGETTO ESECUTIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA–CATENANUOVA

Soppressione PL al km 3+639

NV01 – VIABILITA'

RELAZIONE TECNICA VIABILITA'

SCALA:

-

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

RS0M 00 E 26 RH NV0100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Sett 2015	Manilla <i>[Signature]</i>	Sett 2015	P. Carlesimo <i>[Signature]</i>	Sett 2015	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Produzione Centro Nord Dot. Ing. Fabrizio Ardunini Prov. di Roma n° 18692 set. A	

File: RS0M00E26RHN0100002A.doc

Stampato dal Service
di plottaggio ITALFERR S.p.A.
ALBA s.r.l.

28

INDICE

1	GENERALITA'	3
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO	4
3	NORMATIVA E RIFERIMENTI	5
4	CRITERI DI PROGETTAZIONE STRADALE	6
4.1	SCELTA DELLA VELOCITÀ DI PROGETTO E DEFINIZIONE DEI RAGGI DI CURVATURA	6
4.2	SVILUPPO MINIMO DELLE CURVE CIRCOLARI	7
4.3	ANDAMENTO ALTIMETRICO	8
4.4	ALLARGAMENTO DELLA SEDE CARRABILE IN CURVA	8
5	ANDAMENTO PLANO - ALTIMETRICO	9
5.1	ANDAMENTO PLANIMETRICO	11
5.2	ANDAMENTO ALTIMETRICO	17
6	CARATTERISTICHE DEL CORPO STRADALE	20
6.1	SCOTICO	21
6.2	SOVRASTRUTTURA STRADALE	21
7	RELAZIONE SULLA SICUREZZA AI SENSI DELL'ART.4 DEL D.M. 22/04/04	22
7.1	INDICATORI GLOBALI DI SICUREZZA	22
7.1.1	<i>Condizioni della circolazione</i>	22
7.1.2	<i>Caratteristiche geometriche</i>	23
7.2	ANALISI DI VISIBILITÀ	24
7.2.1	<i>Visibilità per l'arresto</i>	24
7.3	CONCLUSIONI	27

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO ESECUTIVO RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA Soppressione PL al km 3+639					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA RS0M	LOTTO 00	CODIFICA E 26 RH	DOCUMENTO NV 01 00 001	REV. A	FOGLIO 3 di 27

1 GENERALITA'

Nel presente documento vengono descritti gli interventi relativi al ripristino della continuità della rete stradale a seguito della soppressione del passaggio a livello presente sulla linea storica al km 3+639.

Il criterio guida per l'intervento è stato quello di utilizzare parametri plano-altimetrici e sezioni tipo di caratteristiche non inferiori a quelle riscontrate nella viabilità esistente.

A tale proposito si riportano gli articoli più significativi del DM 05/11/2001 :

- Art. 2: "Le presenti norme si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali e per l'adeguamento di tronchi stradali esistenti salva la deroga di cui al comma 2 dell'art. 13 del Decreto legislativo 30 aprile 1992, n.285";
- Art. 4 "Ove si proceda ad interventi riguardanti la rettifica di strade esistenti per tratti di estesa limitata, il rispetto delle presenti norme, previa idonea sistemazione delle zone di transizione, è condizionato alla circostanza che detto adeguamento non determini pericolose ed inopportune discontinuità".

Si veda inoltre il DM 22/04/2004 "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»" che meglio precisa l'ambito di applicazione del DM 05/11/2001. Nel dettaglio il DM 22/04/2004 prevede quanto segue:

- Art. 1: "L'art. 2 del decreto ministeriale 5 novembre 2001, n. 6792, e' sostituito come segue: «Le presenti norme si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali, salva la deroga di cui al comma 2 dell'art. 13 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e successive modifiche ed integrazioni, e sono di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti, in attesa dell'emanazione per esse di una specifica normativa.»;
- Art. 2: "All'art. 3 del decreto ministeriale 5 novembre 2001, n. 6792, dopo le parole «Nel caso in cui» sono aggiunte le seguenti «per le strade di nuova costruzione»";
- Art. 3: "Entro sei mesi dalla pubblicazione del presente decreto, la Direzione generale per le strade ed autostrade predispone nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, finalizzate all'innalzamento dei livelli di sicurezza ed al miglioramento funzionale della circolazione, nel rispetto dei vincoli ambientali, paesaggistici, archeologici, delle condizioni locali, nonché delle esigenze della continuità di esercizio. Entro lo stesso termine la Direzione generale per le strade ed autostrade predispone apposite linee guida contenenti criteri e modalità per la presentazione delle richieste di deroga alle norme di cui al punto 1 del presente articolo."
- Art. 4: "Fino all'emanazione delle suddette norme, per il conseguimento delle finalità di cui al precedente articolo, i progetti di adeguamento delle strade esistenti devono contenere una specifica relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza, fermo restando la necessità di garantire la continuità di esercizio della infrastruttura"

Gli aspetti legati all'adempimento dell'art.4 saranno discussi nel capitolo 7 della presente relazione.

Per la viabilità in progetto si applica il divieto di svolta a sinistra in corrispondenza dell'intersezione con la SS 192; parimenti dalla SS 192 si applica il divieto di svolta in sinistra in corrispondenza dell'inizio della nuova viabilità in progetto.



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N.443/01

PROGETTO ESECUTIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA
Soppressione PL al km 3+639

RELAZIONE GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS0M	00	E 26 RH	NV 01 00 001	A	4 di 27

2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA STATO DI FATTO	RS0M	0	0	E	26	P	7	NV	01	0	0	001	A
PLANIMETRIA DI PROGETTO	RS0M	0	0	E	26	P	7	NV	01	0	0	002	A
PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO	RS0M	0	0	E	26	P	7	NV	01	0	0	003	A
PLANIMETRIA DI SEGNALETICA STRADALE	RS0M	0	0	E	26	P	7	NV	01	0	0	005	A
PROFILO LONGITUDINALE	RS0M	0	0	E	26	F	7	NV	01	0	0	001	A
SEZIONI TIPO E DETTAGLI	RS0M	0	0	E	26	W	B	NV	01	0	0	001	A
SEZIONI TRASVERSALI 1/2	RS0M	0	0	E	26	W	9	NV	01	0	0	001	A
SEZIONI TRASVERSALI 2/2	RS0M	0	0	E	26	W	9	NV	01	0	0	002	A



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N.443/01

PROGETTO ESECUTIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA
Soppressione PL al km 3+639

RELAZIONE GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS0M	00	E 26 RH	NV 01 00 001	A	5 di 27

3 NORMATIVA E RIFERIMENTI

La progettazione stradale condotta e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore:

- D.M. 5 novembre 2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- D.M. 22 aprile 2004 - Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285- Nuovo codice della strada;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9 - disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell'articolo 1, comma 1, della L. 22 marzo 2001, n. 85.
- D.L. 20 giugno 2002 n. 121 - disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- D.L. 1 agosto 2002 n. 168 - conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 20 giugno 2002, n. 121, recante disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- D.L. 27 giugno 2003 n. 151 - modifiche ed integrazioni al codice della strada
- D.L. 1 agosto 2003 n. 214 - conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada
- Decreto 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO ESECUTIVO RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA Soppressione PL al km 3+639					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA RS0M	LOTTO 00	CODIFICA E 26 RH	DOCUMENTO NV 01 00 001	REV. A	FOGLIO 6 di 27

4 CRITERI DI PROGETTAZIONE STRADALE

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha emanato in data 5 novembre 2001 le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" con le quali si sono definiti nuovi criteri per la definizione e la progettazione delle caratteristiche plano-altimetriche delle strade. Tali nuovi criteri che rivestono carattere di normativa e quindi sono vincolanti per le nuove progettazioni pongono precisi limiti per le grandezze proprie dei tracciati stradali; tali limiti risultano a volte molto onerosi in termini sia economici che di impatto sul territorio. Lo stesso Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha emanato in data 22 aprile 2004 la "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»" con il quale viene dichiarata l'applicabilità del DM 05/11/2001 solo alle strade di nuova costruzione.

Lo stesso decreto prevede che "Entro sei mesi dalla pubblicazione del presente decreto, la Direzione generale per le strade ed autostrade predispone nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, finalizzate all'innalzamento dei livelli di sicurezza ed al miglioramento funzionale della circolazione, nel rispetto dei vincoli ambientali, paesaggistici, archeologici, delle condizioni locali, nonché delle esigenze della continuità di esercizio e che entro lo stesso termine la Direzione generale per le strade ed autostrade predispone apposite linee guida contenenti criteri e modalità per la presentazione delle richieste di deroga alle norme di cui al punto 1 del presente articolo".

Appare quindi evidente che i criteri di progettazione contenuti nel DM 05/11/2001 non saranno vincolanti per gli interventi sulle viabilità esistenti.

4.1 Scelta della velocità di progetto e definizione dei raggi di curvatura

Le Norme Tecniche per la progettazione stradale DM 11/05/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" fissano come criterio fondamentale per la definizione planimetrica delle strade di nuova costruzione la definizione del campo di velocità di progetto all'interno del quale deve variare la velocità di progetto dei vari elementi (rettifili, curve) che compongono il tracciato.

La variazione della velocità di progetto tra un elemento e gli elementi adiacenti è fissata da regole precise, che devono essere rispettate nel definire il diagramma di velocità: Fondamentale è la definizione della velocità di progetto massima, che è il valore di velocità da considerarsi su tutti gli elementi più favorevoli del tracciato, cioè ad esempio in tutti i rettifili di lunghezza maggiore di 300+400m.

Nel fissare la velocità di progetto massima per i diversi tipi di strade la Norma fa preciso e ripetuto riferimento alla velocità massima prevista dal Codice della Strada per quel tipo di strada; più precisamente la velocità massima di progetto per ogni tipo di strada pari al valore del limite di velocità previsto dal Codice della Strada su quel tipo di strada, aumentato di 10 km/h (si veda la tabella 3.4.a della Normativa).

Per la viabilità oggetto della presente progettazione viene pertanto assunta la sezione tipo definita dalla Normativa

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO ESECUTIVO RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA Soppressione PL al km 3+639					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA RS0M	LOTTO 00	CODIFICA E 26 RH	DOCUMENTO NV 01 00 001	REV. A	FOGLIO 7 di 27

attuale come "F2 – Locale ambito extra urbano" con il relativo intervallo di velocità di progetto (40-100 km/h).

L'intervento interessa la viabilità esistente per un tratto limitato e quindi, così come la Norma richiamata in precedenza prevede, si possono disattendere le prescrizioni in essa contenuta a patto che si dimostri di rispettare le condizioni di sicurezza per la circolazione.

Al fine di assicurare adeguate condizioni di sicurezza, lungo il tracciato sarà prevista una limitazione a 40 km/h per la massima velocità di percorrenza. A tale scopo sarà data informazione all'utenza attraverso apposita segnaletica verticale di prescrizione.

4.2 Sviluppo minimo delle curve circolari

Uno dei vincoli geometrici più forti introdotti dalla nuova normativa riguarda la lunghezza dell'arco di cerchio che unito ai due archi di clotoide costituisce ciascuna curva planimetrica. La Normativa limita la lunghezza di tale arco di cerchio al valore necessario affinché un veicolo che lo percorra alla velocità desumibile dal diagramma delle velocità impieghi almeno 2.5 secondi per farlo.

Come conseguenza di tale limite e del rapporto fissato tra velocità di progetto, raggio di curvatura e parametro della clotoide si verifica quanto segue:

- noto il raggio di curvatura e la velocità di progetto risulta vincolato il parametro della clotoide
- fissato il parametro della clotoide e noti i valori suddetti è possibile determinare il valore minimo della deviazione angolare minima necessaria tra i due rettifili tra cui viene inserita la curva planimetrica al fine di rispettare tutte le condizioni imposte dalla Normativa; tali valori sono riassunti nella seguente tabella (cfr. Tabella 1)

Tabella 1

R(m)	V _p (km/h)	α(°)	L _{tot} (m)	L _{cc} (m)
250	80	29.2	202	56
500	100	17.9	245	70
1000	100	10.2	291	70
2000	100	8.29	514	70
5000	100	7.13	1182	70

Quando gli interventi da progettare sono di lunghezza limitata risultano più vincolanti le condizioni esistenti e quindi molto di frequente ci si trova a dover raccordare viabilità in sito caratterizzate da deviazioni angolari minime dovute al fatto che tali viabilità sono nate in fasi precedenti e assecondando vincoli esistenti quali potevano essere confini, fossi canali ecc. In questi casi si verifica la impossibilità di adottare raggi di curvatura compatibili con velocità limitate e quando la deviazione angolare arriva a valori intorno a 5° non è più possibile individuare una geometria che rispetti la normativa vigente.

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01 PROGETTO ESECUTIVO RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA Soppressione PL al km 3+639					
	RELAZIONE GENERALE	COMMESSA RS0M	LOTTO 00	CODIFICA E 26 RH	DOCUMENTO NV 01 00 001	REV. A

In questi casi l'unica soluzione possibile risulta essere quella di introdurre lungo il tracciato pronunciate curve e controcurve che permettono di aumentare artificialmente le deviazioni angolari esistenti.

Risulta evidente che tali soluzioni comportano notevoli oneri economici, di impatto ambientale (occupazione di notevoli porzioni di territorio) e l'introduzione di tortuosità non presenti lungo i tracciati stradali esistenti.

4.3 Andamento altimetrico

La velocità di progetto del tracciato stradale influenza pesantemente anche le caratteristiche dei raccordi circolari da introdurre tra le livellette del profilo longitudinale.

Analogamente a quanto considerato per l'andamento planimetrico, anche per l'andamento altimetrico si possono limitare i raggi altimetrici e quindi di conseguenza si può limitare l'ingombro effettivo dell'opera limitando il valore limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto.

4.4 Allargamento della sede carrabile in curva

Allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli in curva, è necessario garantire un opportuno allargamento delle corsie nei tratti curvilinei del tracciato. Tale allargamento è inversamente legato al raggio della curva mediante un coefficiente che si sceglie in base alla probabilità che due mezzi pesanti percorrano in direzione opposta la stessa curva. Pertanto, l'allargamento necessario alla sicura iscrizione dei veicoli in curva è la seguente:

$$E=K/R$$

In cui K è il coefficiente di cui sopra pari a 45 e R è il raggio esterno della corsia espresso in m.

Nella fattispecie, essendo molto bassa la probabilità che due mezzi pesanti possano percorrere simultaneamente la curva, si è ridotto il coefficiente K alla metà, così come indicato nella Normativa qualora si presenti tale condizione.

R [m]	E = 22,5/R [m]	E _{eff} [m]
60	0,38	1,50
60	0,38	1,50
190	0,12	0
80	0,28	1,10

È inoltre necessario garantire la distanza di visibilità per l'arresto. A tale scopo potrebbe essere necessario prevedere un allargamento della sede stradale la cui quantità può essere ridotta, limitando il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto.

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO ESECUTIVO RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA Soppressione PL al km 3+639					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA RS0M	LOTTO 00	CODIFICA E 26 RH	DOCUMENTO NV 01 00 001	REV. A	FOGLIO 9 di 27

5 ANDAMENTO PLANO - ALTIMETRICO.

Allo stato di fatto è presente un passaggio a livello che, in accordo con le prescrizioni di R.F.I. S.p.A, viene soppresso, nella fattispecie, con un'opera di scavalco della linea.

Al fine di ottimizzare il tracciato del collegamento viario di progetto, si è deciso di realizzare lo scavalco a monte dell'attuale passaggio a livello, in modo da agevolare l'innesto sulla S.S. della Valle del Dittaino.

Il terreno nella zona dei lavori si presenta pianeggiante e va degradando dolcemente verso sud e non evidenzia particolari vincoli se non quelli relativi alla raccordo con il sedime esistente.

La viabilità preesistente alle opere in corso di realizzazione a cui il collegamento di progetto deve raccordarsi è caratterizzata da sezioni aventi dimensioni di ca. 7.00 m per quanto riguarda la S.S. della Valle del Dittaino e di ca. 5.50 m per quanto riguarda la viabilità di servizio posta a Sud.

Il tracciato di progetto, disposto lungo la direttrice Nord-Sud, prende origine dalla S.S. della Valle del Dittaino e sovrappassa la linea mediante un cavalcaferrovia costituito da tre campate di 30 m.

A Nord, dove la strada di progetto si innesta sulla S.S. della Valle del Dittaino, si realizza un'intersezione lineare a raso a due bracci regolata in ingresso da un segnale di stop.

A Sud, invece, presenta un progressivo raccordo planimetrico alla viabilità esistente per passare dalla carreggiata di progetto a quella esistente, che presenta dimensioni ridotte, e ripristinare così l'accesso alle aree private che altrimenti resterebbero intercluse.

Per il nuovo attraversamento viene adottata una sezione tipo F2 (DM.05/11/2001) caratterizzata da 8.50 m di carreggiata bitumata, più i necessari allargamenti in curva per garantire sia la corretta iscrizione dei mezzi ingombranti che la distanza di visibilità per l'arresto.

Di seguito si riporta la planimetria di progetto:

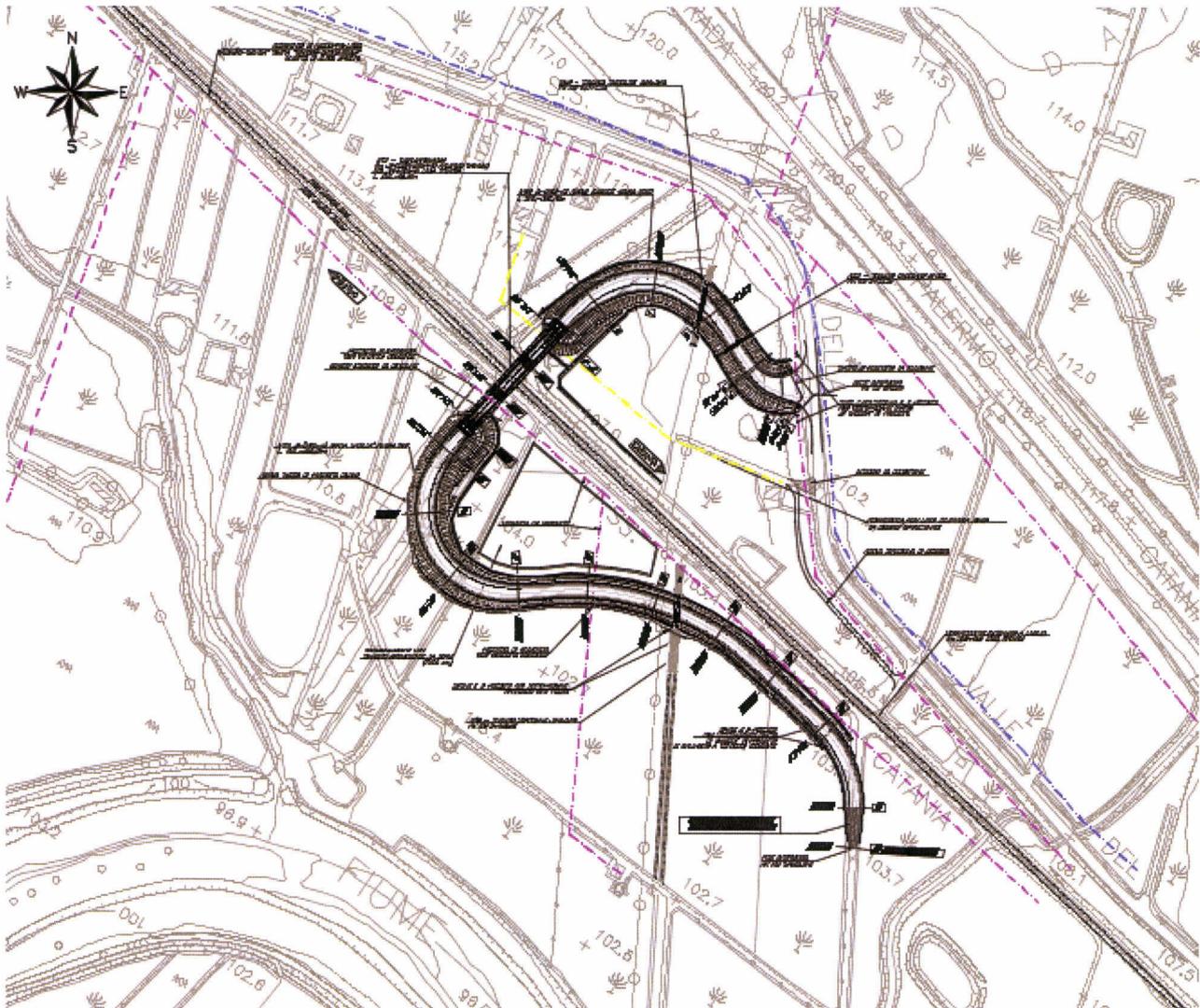


Fig.1 – Planimetria di progetto

Di seguito sono riportate le caratteristiche piano – altimetriche dell'opera in oggetto.

5.1 Andamento planimetrico

ELEMENTI PLANIMETRICI						Rif.to Dis.:		Pagina Nr. 1	
Num.	Elem.	Progressiva Lunghezza	Raggio In. Raggio Fn.	Parametro A Scostamento		COORDINATE		Azimuth	Deviazione
						E	N		
1	Rett.	0.000	-	-	I	2495634.252	4155316.452	295.1272c	0.0000c
		1.414	-	-	F	2495632.842	4155316.344	295.1272c	
2	Clot.	1.414	-	18.000	I	2495632.842	4155316.344	295.1272c	5.0930c
		7.200	45.000	0.048	F	2495625.653	4155315.985	300.2201c	
3	Curva	8.614	45.000	-	I	2495625.653	4155315.985	300.2201c	46.4311c
		32.820	45.000	-	F	2495595.705	4155327.536	346.6512c	
					C	2495625.808	4155360.985		
					V	2495608.474	4155316.044		
4	Clot.	41.434	45.000	33.600	I	2495595.705	4155327.536	346.6512c	17.7461c
		25.088	-	0.581	F	2495580.533	4155347.407	364.3974c	
5	Rett.	66.522	-	-	I	2495580.533	4155347.407	364.3974c	0.0000c
		11.588	-	-	F	2495574.385	4155357.230	364.3974c	
6	Clot.	78.110	-	48.000	I	2495574.385	4155357.230	364.3974c	-20.3718c
		38.400	-80.000	1.020	F	2495550.773	4155387.291	344.0255c	
7	Curva	116.510	-80.000	-	I	2495550.773	4155387.291	344.0255c	-75.7781c
		71.419	-80.000	-	F	2495483.808	4155393.786	266.2474c	
					C	2495512.509	4155341.076		
					V	2495519.483	4155413.198		
8	Clot.	187.930	-80.000	48.000	I	2495483.808	4155393.786	266.2474c	-20.3718c
		38.400	-	1.020	F	2495454.874	4155368.786	247.8756c	
9	Rett.	226.330	-	-	I	2495454.874	4155368.786	247.8756c	0.0000c
		106.588	-	-	F	2495382.062	4155290.944	247.8756c	
10	Clot.	332.918	-	48.000	I	2495382.062	4155290.944	247.8756c	-20.3718c
		38.400	-80.000	1.020	F	2495359.067	4155260.408	227.5038c	
11	Curva	371.318	-80.000	-	I	2495359.067	4155260.408	227.5038c	-115.7747c
		109.115	-80.000	-	F	2495402.562	4155176.301	111.7290c	
					C	2495413.554	4155235.286		
					V	2495326.797	4155190.420		
12	Clot.	490.433	-80.000	45.500	I	2495402.562	4155176.301	111.7290c	-18.3050c
		34.504	-	0.824	F	2495438.938	4155178.559	93.4240c	
13	Clot.	514.937	-	45.500	I	2495438.938	4155178.559	93.4240c	1.8254c
		10.896	190.000	0.026	F	2495447.786	4155177.579	95.2494c	
14	Curva	525.833	190.000	-	I	2495447.786	4155177.579	95.2494c	47.3457c
		141.304	190.000	-	F	2495579.802	4155137.142	142.5951c	
					C	2495461.951	4154988.108		
					V	2495521.679	4155183.104		
15	Clot.	667.137	190.000	78.342	I	2495579.802	4155137.142	142.5951c	5.4117c
		32.302	-	0.229	F	2495603.956	4155115.710	148.0068c	
16	Rett.	699.439	-	-	I	2495603.956	4155115.710	148.0068c	0.0000c
		31.289	-	-	F	2495626.748	4155094.302	148.0068c	
17	Clot.	730.709	-	53.000	I	2495626.748	4155094.302	148.0068c	13.9708c
		35.112	80.000	0.641	F	2495650.466	4155068.513	161.9776c	



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N.443/01

PROGETTO ESECUTIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA
Soppressione PL al km 3+639

RELAZIONE GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS0M	00	E 26 RH	NV 01 00 001	A	12 di 27

ELEMENTI PLANIMETRICI						Rif.to Dis.:		Pagina Nr. 2	
Num.	Elem.	Progressiva Lunghezza	Raggio In. Raggio Fn.	Parametro A Scostamento	COORDINATE		Azimuth	Deviazione	
					E	N			
18	Curva	765.821 52.847	80.000 80.000		- I	2495650.466	4155068.513	161.9776c	42.0543c
					- F	2495664.155	4155018.460	204.0319c	
					C	2495584.316	4155023.523		
					V	2495665.891	4155045.833		
19	Rett.	818.668 23.610			- I	2495664.155	4155018.460	204.0319c	0.0000c
					- F	2495662.661	4154994.896	204.0319c	
		842.278							

Di seguito si riportano le verifiche degli elementi planimetrici:

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr.	1
Dati generali		Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia							
Asse: IV01 3+639.053							
Tipo di strada: F2 - Locali Extraurbane							
Larghezza semicarreggiata (m)		3.250					
Velocità progetto (Kmh)		40	50				
Rettilino n°1 - Lunghezza (m):1.414		Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva							0.000
Lunghezza minima (m)		30.000					
Lunghezza massima (m)			1100.000				
Valori minimi/massimi da normativa		30.000	1100.000				
Rettilino fuori normativa		1.414					
Clotoidi n°1 - Parametro A:18.000 - Lunghezza (m):7.200		A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva							1.414
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							23
Fattore di forma						1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		10.680					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		16.790					
Criterio ottico		15.000					
Criterio ottico			45.000				
Clotoidi rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 non in toller					0.536		
Valori minimi/massimi da normativa		16.790	45.000				
Clotoidi fuori normativa		18.000		7.200		1.000	
Raccordo n°1 - Raggio (m):45.000 - Lunghezza (m):32.820		Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva							8.614
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							32
Raggio minimo in funzione della velocità		44.994					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilino precedente		1.414					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilino successivo		11.588					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione				22.413			
Valori minimi/massimi da normativa		44.994		22.413			
Raccordo in normativa		45.000		32.820			
Clotoidi n°2 - Parametro A:33.600 - Lunghezza (m):25.088		A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva							41.434
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							40
Fattore di forma						1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		33.108					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		22.278					
Criterio ottico		15.000					
Criterio ottico			45.000				
Clotoidi rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 non in toller					1.867		
Valori minimi/massimi da normativa		33.108	45.000				
Clotoidi fuori normativa		33.600		25.088		1.000	
Rettilino n°2 - Lunghezza (m):11.588		Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva							66.522
Lunghezza massima (m)			6.528				
Valori minimi/massimi da normativa		0.000	6.528				
Rettilino fuori normativa		11.588					

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr. 2	
 Clotoide n°3 - Parametro A:48.000 - Lunghezza (m):38.400	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
 Progressiva						78.110	
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						49	
 Fattore di forma					1.000		
 Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	50.495						
 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	39.406						
 Criterio ottico	20.000						
 Criterio ottico		60.000					
 Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000			
 Valori minimi/massimi da normativa	50.495	60.000					
 Clotoide fuori normativa	48.000		38.400		1.000		
 Raccordo n°2 - Raggio (m):60.000 - Lunghezza (m):71.419	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri	
 Progressiva						116.510	
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						45	
 Raggio minimo in funzione della velocità	44.994						
 Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo successivo	106.588						
 Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			31.250				
 Valori minimi/massimi da normativa	106.588		31.250				
 Raccordo fuori normativa	60.000		71.419				
 Clotoide n°4 - Parametro A:48.000 - Lunghezza (m):38.400	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
 Progressiva						187.930	
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						50	
 Fattore di forma					1.000		
 Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	52.500						
 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	39.791						
 Criterio ottico	20.000						
 Criterio ottico		60.000					
 Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000			
 Valori minimi/massimi da normativa	52.500	60.000					
 Clotoide fuori normativa	48.000		38.400		1.000		
 Rettilo n°3 - Lunghezza (m):106.588	Lung. Min	Lung. Max				Parametri	
 Progressiva						226.330	
 Lunghezza minima (m)	40.000						
 Lunghezza massima (m)		1100.000					
 Valori minimi/massimi da normativa	40.000	1100.000					
 Rettilo in normativa	106.588						
 Clotoide n°5 - Parametro A:48.000 - Lunghezza (m):38.400	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
 Progressiva						332.918	
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						50	
 Fattore di forma					1.000		
 Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	52.500						
 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	39.791						
 Criterio ottico	20.000						
 Criterio ottico		60.000					
 Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.055			
 Valori minimi/massimi da normativa	52.500	60.000					
 Clotoide fuori normativa	48.000		38.400		1.000		
 Raccordo n°3 - Raggio (m):60.000 - Lunghezza (m):109.115	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri	
 Progressiva						371.318	

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr.	3
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							45
Raggio minimo in funzione della velocità	44.994						
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo precedente	106.588						
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			31.250				
Valori minimi/massimi da normativa	106.588		31.250				
Raccordo fuori normativa	60.000		109.115				
<hr/>							
Clotoide n°6 - Parametro A:45.500 - Lunghezza (m):34.504	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva							480.433
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							50
Fattore di forma					1.000		
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	52.500						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	34.157						
Criterio ottico	20.000						
Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3	63.333						
Criterio ottico		60.000					
Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A<=R2		60.000					
Valori minimi/massimi da normativa	63.333	60.000					
Clotoide fuori normativa	45.500		34.504		1.000		
<hr/>							
Clotoide n°7 - Parametro A:45.500 - Lunghezza (m):10.896	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva							514.937
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							50
Fattore di forma					1.000		
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	52.500						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	45.285						
Criterio ottico	63.333						
Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3	63.333						
Criterio ottico		190.000					
Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A<=R2		60.000					
Valori minimi/massimi da normativa	63.333	60.000					
Clotoide fuori normativa	45.500		10.896		1.000		
<hr/>							
Raccordo n°4 - Raggio (m):190.000 - Lunghezza (m):141.304	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri	
Progressiva							525.833
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							50
Raggio minimo in funzione della velocità	44.994						
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			34.722				
Valori minimi/massimi da normativa	44.994		34.722				
Raccordo in normativa	190.000		141.304				
<hr/>							
Clotoide n°8 - Parametro A:78.342 - Lunghezza (m):32.302	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva							667.137
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							50
Fattore di forma					1.000		
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	52.500						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	58.053						
Criterio ottico	63.333						
Criterio ottico		190.000					
Clotoide rettilo-raccordo. 2/3<=A1/A2<=3/2. A1/A2 non in toller				1.722			
Valori minimi/massimi da normativa	63.333	190.000					
Clotoide fuori normativa	78.342		32.302		1.000		
<hr/>							
Rettifilo n°4 - Lunghezza (m):31.269	Lung. Min	Lung. Max				Parametri	

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr.	4
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Progressiva 699.439 </div>							
Lunghezza minima (m)	40.000						
Lunghezza massima (m)		1100.000					
Valori minimi/massimi da normativa	40.000	1100.000					
Rettifilo fuori normativa	31.269						
<hr/>							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Clotoidi n°9 - Parametro A:53.000 - Lunghezza (m):35.112 A Min A Max Lung. Min Rapporto FF Parametri </div>							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Progressiva 730.709 </div>							
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						50	
Fattore di forma					1.000		
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	52.500						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	45.357						
Criterio ottico	26.667						
Criterio ottico		80.000					
Valori minimi/massimi da normativa	52.500	80.000					
Clotoidi in normativa	53.000		35.112		1.000		
<hr/>							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Raccordo n°5 - Raggio (m):80.000 - Lunghezza (m):52.847 Raggio Min Raggio Max Lung. Min </div>							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Progressiva 765.821 </div>							
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						50	
Raggio minimo in funzione della velocità	44.994						
Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo precedente	31.269						
Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo successivo	23.610						
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			34.722				
Valori minimi/massimi da normativa	44.994		34.722				
Raccordo in normativa	80.000		52.847				
<hr/>							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Rettifilo n°5 - Lunghezza (m):23.610 Lung. Min Lung. Max </div>							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Progressiva 818.668 </div>							
Lunghezza minima (m)	40.000						
Lunghezza massima (m)		1100.000					
Valori minimi/massimi da normativa	40.000	1100.000					
Rettifilo fuori normativa	23.610						

5.2 Andamento altimetrico

ELEMENTI ALTIMETRICI		Rif.to Dis.:		Pagina Nr.		1			
1	LIVELLETTA	Distanza:	17.327	Sviluppo:	17.332	Diff.Qt.: -0.441	Pendenza (hb): -2.544923		
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	0.000	Quota 1	112.538	Prog.2	5.388	Quota 2	112.401
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	0.000	Quota 1	112.538	Prog.2	17.327	Quota 2	112.097
2	PARABOLA	Distanza:	23.877	Sviluppo:	23.888				
	Raggio:	2500.000	Lunghezza	23.877	A:	0.955			
	ESTREMI	Prog.1	5.388	Quota 1	112.401	Prog.2	29.265	Quota 2	111.680
	VERTICE	Prog	17.327	Quota	112.097				
3	LIVELLETTA	Distanza:	104.445	Sviluppo:	104.509	Diff.Qt.:	-3.656	Pendenza (hb):	-3.500000
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	29.265	Quota 1	111.680	Prog.2	67.772	Quota 2	110.332
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	17.327	Quota 1	112.097	Prog.2	121.772	Quota 2	108.442
4	PARABOLA	Distanza:	108.000	Sviluppo:	108.098				
	Raggio:	900.000	Lunghezza	108.000	A:	12.000			
	ESTREMI	Prog.1	67.772	Quota 1	110.332	Prog.2	175.772	Quota 2	113.032
	VERTICE	Prog	121.772	Quota	108.442				
5	LIVELLETTA	Distanza:	157.868	Sviluppo:	158.437	Diff.Qt.:	13.419	Pendenza (hb):	8.500000
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	175.772	Quota 1	113.032	Prog.2	186.139	Quota 2	113.913
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	121.772	Quota 1	108.442	Prog.2	279.639	Quota 2	121.861
6	PARABOLA	Distanza:	187.000	Sviluppo:	187.225				
	Raggio:	1100.000	Lunghezza	187.000	A:	17.000			
	ESTREMI	Prog.1	186.139	Quota 1	113.913	Prog.2	373.139	Quota 2	113.913
	VERTICE	Prog	279.639	Quota	121.861				
7	LIVELLETTA	Distanza:	203.089	Sviluppo:	203.821	Diff.Qt.:	-17.263	Pendenza (hb):	-8.500000
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	373.139	Quota 1	113.913	Prog.2	415.228	Quota 2	110.338
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	279.639	Quota 1	121.861	Prog.2	482.728	Quota 2	104.598
8	PARABOLA	Distanza:	135.000	Sviluppo:	135.153				
	Raggio:	1500.000	Lunghezza	135.000	A:	9.000			
	ESTREMI	Prog.1	415.228	Quota 1	110.338	Prog.2	550.228	Quota 2	104.938
	VERTICE	Prog	482.728	Quota	104.598				
9	LIVELLETTA	Distanza:	180.207	Sviluppo:	180.209	Diff.Qt.:	0.801	Pendenza (hb):	0.500000
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	550.228	Quota 1	104.938	Prog.2	591.892	Quota 2	105.144
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	482.728	Quota 1	104.598	Prog.2	642.938	Quota 2	105.399
10	PARABOLA	Distanza:	102.086	Sviluppo:	102.087				
	Raggio:	8000.000	Lunghezza	102.086	A:	1.278			
	ESTREMI	Prog.1	591.892	Quota 1	105.144	Prog.2	693.979	Quota 2	105.003
	VERTICE	Prog	642.938	Quota	105.399				
11	LIVELLETTA	Distanza:	199.342	Sviluppo:	199.348	Diff.Qt.:	-1.547	Pendenza (hb):	-0.776081
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	693.979	Quota 1	105.003	Prog.2	842.278	Quota 2	103.852
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	642.938	Quota 1	105.399	Prog.2	842.278	Quota 2	103.852

Di seguito si riportano le verifiche degli elementi altimetrici:

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr.		1
Dati generali		Minimo	Massimo	
Tipo di strada:F2 - Locali Extraurbane				
Larghezza semicarreggiata (m)		3.250		
Velocità progetto (Km/h)		40	50	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-2.545%		Pend. Max		Parametri
Progressiva				0.000
Pendenza massima (+/- h/b):		10.000%		
Livelletta in normativa		-2.545%		
Parabola n°1 - Raggio (m):2500.000 - Lunghezza (m):23.877 - K:25.000 (Convesso)		Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva				5.388
Distanza utilizzata				27.820
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				29
Raggio minimo da visibilità		0.000		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		105.724		
Parabola in normativa		2500.000		
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-3.500%		Pend. Max		Parametri
Progressiva				29.265
Pendenza massima (+/- h/b):		10.000%		
Livelletta in normativa		-3.500%		
Parabola n°2 - Raggio (m):900.000 - Lunghezza (m):108.000 - K:9.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva				67.772
Distanza utilizzata				54.359
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				49
Raggio minimo da visibilità		1019.855		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		309.228		
Parabola fuori normativa		900.000		
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):8.500%		Pend. Max		Parametri
Progressiva				175.772
Pendenza massima (+/- h/b):		10.000%		
Livelletta in normativa		8.500%		
Parabola n°3 - Raggio (m):1100.000 - Lunghezza (m):187.000 - K:11.000 (Convesso)		Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva				186.139
Distanza utilizzata				47.349
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				45
Raggio minimo da visibilità		601.601		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		260.417		
Parabola in normativa		1100.000		
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):-8.500%		Pend. Max		Parametri
Progressiva				373.139
Pendenza massima (+/- h/b):		10.000%		
Livelletta in normativa		-8.500%		
Parabola n°4 - Raggio (m):1500.000 - Lunghezza (m):135.000 - K:15.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva				415.228
Distanza utilizzata				58.816
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				50
Raggio minimo da visibilità		1082.089		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		321.502		
Parabola in normativa		1500.000		
Livelletta n°5 - Pendenza (h/b):0.500%		Pend. Max		Parametri

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr. 2	
<input checked="" type="checkbox"/> Parabola n°5 - Raggio (m):8000.000 - Lunghezza (m):102.086 - K:80.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
<input checked="" type="checkbox"/> Parabola in normativa	8000.000		
<input checked="" type="checkbox"/> Livelletta n°6 - Pendenza (h/b):-0.776%	Pend. Max		Parametri
<input checked="" type="checkbox"/> Livelletta in normativa	-0.776%		
<input checked="" type="checkbox"/> Parabola n°5 - Raggio (m):8000.000 - Lunghezza (m):102.086 - K:80.000 (Convesso)			550.228
<input checked="" type="checkbox"/> Parabola in normativa			
<input checked="" type="checkbox"/> Parabola n°5 - Raggio (m):8000.000 - Lunghezza (m):102.086 - K:80.000 (Convesso)			591.892
<input checked="" type="checkbox"/> Parabola in normativa			
<input checked="" type="checkbox"/> Livelletta n°6 - Pendenza (h/b):-0.776%			693.979
<input checked="" type="checkbox"/> Livelletta in normativa			

6 CARATTERISTICHE DEL CORPO STRADALE

Come già indicato, la nuova viabilità presenta una piattaforma dimensionata secondo la classe F2 DM 05/11/2001, con larghezza pavimentata come da Normativa più due arginelli laterali da 1.25m. Le scarpate laterali sono previste secondo una inclinazione pari a 3/2; sono inoltre previsti fossi di guardia al piede del rilevato.

Si descrivono di seguito le caratteristiche del corpo stradale, dalla bonifica alle sovrastrutture.

Inoltre, in conformità al D.M. LL. PP. 03/06/98, integrato e modificato dal successivo D.M. LL. PP. 11/06/99, si prevedono barriere di sicurezza stradale di classe di resistenza H1 laddove il rilevato presenti un'altezza superiore a 1.50m.

Di seguito si riportano le sezioni tipo in rilevato e sterro:

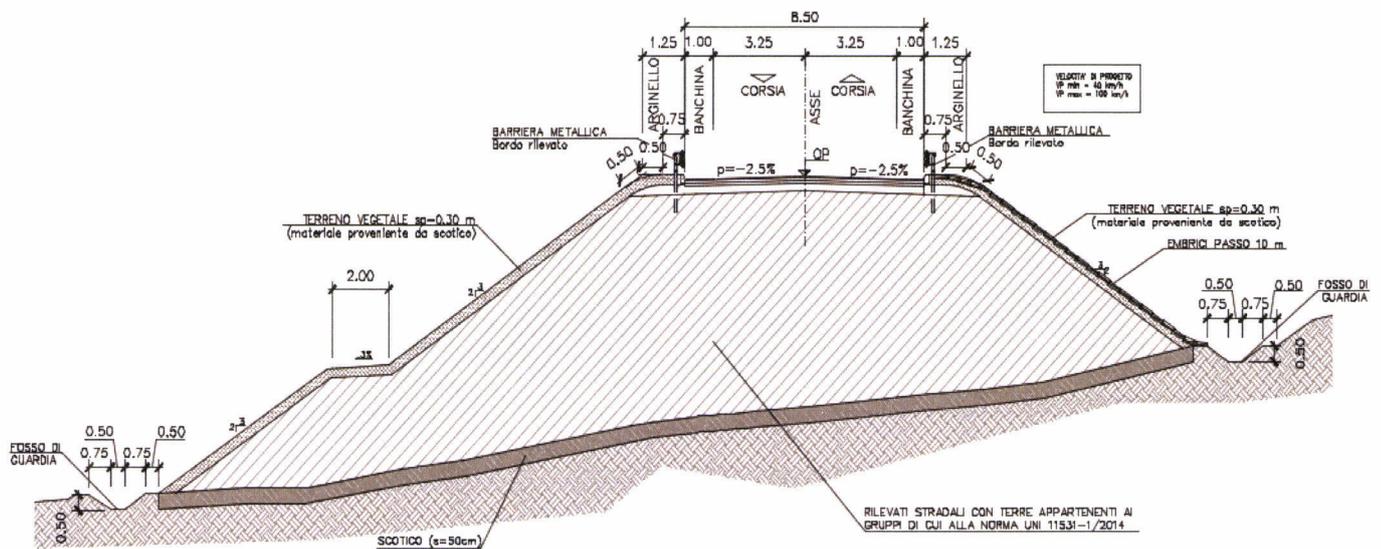


Fig. 2 - Sezione in rilevato

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO ESECUTIVO RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA Soppressione PL al km 3+639					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA RS0M	LOTTO 00	CODIFICA E 26 RH	DOCUMENTO NV 01 00 001	REV. A	FOGLIO 22 di 27

7 RELAZIONE SULLA SICUREZZA AI SENSI DELL'ART.4 DEL D.M. 22/04/04

Il presente capitolo ha come oggetto l'analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza secondo quanto previsto dal D.M. del 22/04/2004 che modifica il D.M. n.6792 del 05/11/2001 sulle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade, relativamente al progetto di ripristino della continuità della rete stradale a seguito della soppressione del passaggio a livello presente sulla linea storica al km 3+639.

Il D.M. del 22/04/2004 modifica l'art.2 e l'art.3 del D.M. 6792/2001, stabilendo che le norme in oggetto si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali e prevedendo (art.3) la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, restando inteso che i criteri del D.M. 05/11/01 restano "di riferimento" anche per gli interventi di adeguamento.

Il D.M. del 22/04/2004 stabilisce inoltre (art.4) che, fino all'emanazione delle suddette norme, i progetti di adeguamento delle strade esistenti devono contenere una specifica relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza.

7.1 Indicatori globali di sicurezza

Nel seguito sarà stimato l'incremento del livello di sicurezza attuato dal progetto rispetto al tessuto stradale esistente tramite la valutazione di indicatori globali delle performance di sicurezza.

7.1.1 Condizioni della circolazione

Il mutamento delle condizioni della circolazione causato dall'eliminazione del passaggio a livello ha implicazioni positive sulla sicurezza; in più la razionalizzazione dell'immissione sulla S.S. della Valle del Dittaino, in progetto risolta con un innesto a raso regolato da segnale di stop in immissione, comporta una drastica riduzione di potenziali punti di conflitto e delle resistenze "laterali" alla circolazione.

Di seguito si riporta la verifica di visibilità secondo il d.m. 2006 dell'intersezione tra il nuovo asse di progetto e la S.S. della Valle del Dittaino.

Considerando un limite di velocità sulla Statale 192 pari a 50 km/h che equivale a:

$$50 \text{ km/h} / 3,6 = 13,89 \text{ m/s}$$

Strada statale 192 Limite 50 Km/h

$$D = V * t$$

e un tempo di manovra pari 6sec si ottiene:

$$D = 13,89 \times 6 = 83,33 \text{ m}$$

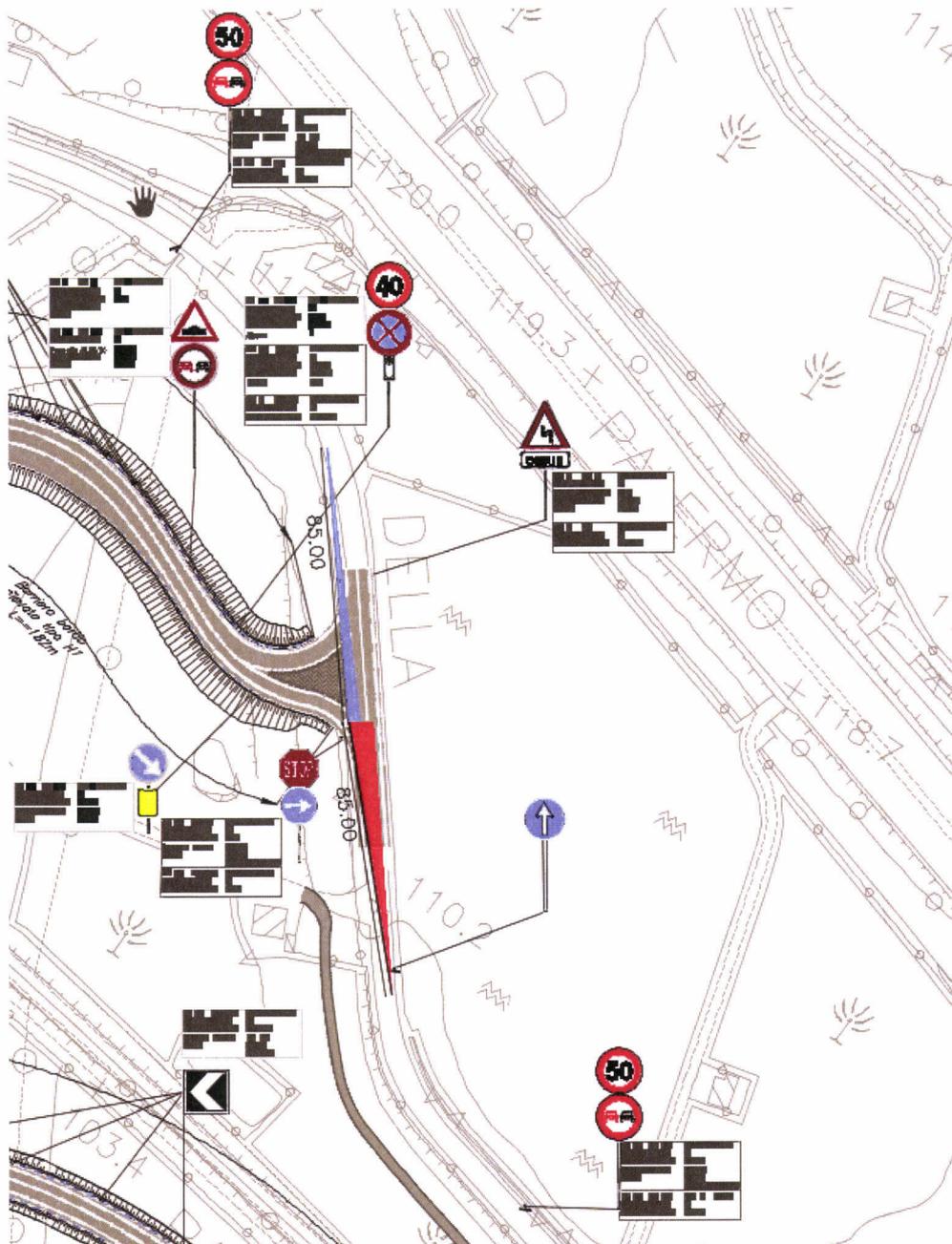


Fig. 4 – Verifica di visibilità innesto

7.1.2 Caratteristiche geometriche

Per quanto riguarda gli aspetti geometrici dell'infrastruttura in progetto si è fatto riferimento al D.M. n. 6792 del

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO ESECUTIVO RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA Soppressione PL al km 3+639					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA RS0M	LOTTO 00	CODIFICA E 26 RH	DOCUMENTO NV 01 00 001	REV. A	FOGLIO 24 di 27

05/11/2001, con l'obiettivo di adeguare l'infrastruttura esistente, laddove possibile stante i vincoli esistenti e la necessità di contenere al minimo il consumo di suolo agricolo, alle Norme attualmente in vigore e finalizzare l'intervento ad un innalzamento dei livelli di sicurezza e ad un miglioramento funzionale della circolazione, come peraltro previsto nel D.M. del 22/04/2004 (G.U. n. 147 del 25/06/2004).

Per quanto riguarda le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono l'asse stradale e che hanno implicazioni dirette sulla sicurezza stradale e che possono migliorare le performance offerte dal progetto rispetto alle viabilità esistenti si segnala quanto segue:

- inserimento di curve a raggio variabile (racordi clotoidici);
- studio ed ottimizzazione delle pendenze trasversali;
- inserimento di una nuova segnaletica sia verticale che orizzontale, con particolare attenzione agli innesti con le viabilità esistenti di inizio e fine intervento.

Il primo aspetto è legato all'interposizione tra due elementi a raggio costante (curve circolari, ovvero rettilineo e curva circolare) di curve a raggio variabile (racordi clotoidici), opportunamente dimensionate.

Questo permette di garantire il contenimento entro valori accettabili della variazione dell'accelerazione centrifuga non compensata (contraccolpo) e della pendenza (o sovrappendenza) longitudinale delle linee di estremità della piattaforma, annullando effetti dinamici indesiderati che possono avere ripercussioni sulla corrette traiettorie veicolari e quindi riducendo la probabilità di accadimento di un evento incidentale.

Il progetto prevede lo studio e l'ottimizzazione delle pendenze trasversali con riferimento a quanto indicato dalle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" (D.M. del 05/11/2001) per una strada di categoria F2 locale extraurbana con intervallo di velocità di progetto 40-100 km/h. Ciò comporta una maggiore sicurezza in termini di equilibrio allo sbandamento.

L'equilibrio in curva allo sbandamento di un veicolo stradale è dovuto, infatti, all'opposizione all'azione centrifuga di due forze stabilizzanti, l'aderenza tra pneumatico e pavimentazione e la componente parallela al piano della pavimentazione della forza peso. Le due forze stabilizzanti hanno però natura e caratteristiche diverse: l'aderenza è una forza di contatto, mentre il peso del veicolo è una forza di massa. Tale differenza comporta una qualificazione diversa sotto il profilo della stabilità dell'equilibrio, in quanto l'azione del peso dipende da una proprietà intrinseca ed invariante del corpo in movimento, mentre l'aderenza è soggetta a subire improvvisi decadimenti, per effetto di fattori esogeni, ed in particolare per la possibile interposizione di acqua od inquinanti al contatto.

Per tenere conto dell'incertezza rispetto all'effettiva disponibilità di aderenza al contatto tra ruota e pavimentazione le normative più recenti prevedono di elevare il contributo, sempre garantito, rappresentato dalla sopraelevazione trasversale, con conseguente incremento dei valori della velocità limite allo sbandamento.

7.2 Analisi di visibilità

7.2.1 Visibilità per l'arresto

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione. Per distanza di visuale libere si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

L'adozione delle barriere di sicurezza, pur aumentando intrinsecamente il livello di sicurezza della strada, costituisce di fatto, un ostacolo alla visuale nelle curve destrorse. Per tale motivo si è reso necessario analizzare le



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N.443/01

PROGETTO ESECUTIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA
Soppressione PL al km 3+639

RELAZIONE GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS0M	00	E 26 RH	NV 01 00 001	A	25 di 27

condizioni di visibilità lungo l'intero tracciato, considerando come continua la presenza delle barriere di sicurezza a margine.

Le distanze di visuale libera per l'arresto sono state calcolate secondo i criteri previsti dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (D.M. n.6792 del 05/11/2001) adottando un'altezza dell'occhio del guidatore (PdV) a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo (PdM) dal piano viabile di 0.10 m.

L'analisi è stata condotta utilizzando un apposito programma di calcolo automatico basato su una metodologia numerica operante simultaneamente nelle tre dimensioni e che tiene conto di tutti gli aspetti della geometria della piattaforma (tracciamento, profilo, pendenze di falda, sezioni trasversali) creando un modello 3D del nastro stradale comprensivo dell'ostacolo a margine rappresentato dalla barriera di sicurezza.

La singola verifica di visibilità tra un Punto di Vista (PdV) ed un Punto di Mira (PdM) avviene ricostruendo la traiettoria spaziale del raggio ottico e confrontandola con il profilo derivante dall'insieme degli elementi costitutivi della sezione attraversate (pavimentazione e ostacolo laterale), opportunamente discretizzate attraverso un campionamento con passo arbitrario, posto pari a 10 m. Naturalmente, si ha ostacolo alla visuale allorché il raggio ottico viene intercettato da un elemento di sezione, cioè quando si verifica il passaggio del punto-traccia del raggio ottico (cioè il punto di intersezione del raggio con il piano della sezione) dalla zona "vuota" della sezione precedente alla zona "piena" della sezione successiva.

Le operazioni di verifica descritte per un singolo PdM, vengono ripetute iterando per distanze via via crescenti dal PdM all'interno di un intervallo di valori arbitrario: il valore minimo corrisponde di regola ad una visuale libera sempre assicurata mentre quello massimo, di solito, è la soglia oltre la quale non si ha interesse ad indagare.

Il confronto tra la DVL e la distanza di visibilità richiesta consente di identificare i punti del tracciato dove la configurazione piano - altimetrica e l'organizzazione della sezione non consentono di garantire la visibilità richiesta dalla norma.

La distanza di visibilità per l'arresto è stata calcolata in base a quanto riportato al paragrafo 5.1.2. delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (D.M. n.6792 del 05/11/2001). Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 10 metri) in funzione della velocità di progetto e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_i(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s^2]

Ra = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f_i = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica R_a si valuta con la seguente espressione :

$$R_a = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \quad [N]$$

dove:

C_x = coefficiente aerodinamico

S = superficie resistente [m²]

ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m³]

Come riportato al paragrafo 5.1.2. delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (D.M. n.6792 del 05/11/2001)

$$\frac{R_a}{m} = 2,61 \times 10^{-5} \times V^2$$

Per f_i si sono adottati i valori riportati nella tabella seguente. Tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm):

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_i Autostrade	-	-	-	0,44	0,4	0,36	0,34
f_i Altre strade	0,45	0,43	0,35	0,3	0,25	0,21	-

Per il tempo complessivo di reazione si assumono valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione dell'attenzione più concentrata alle alte velocità. Pertanto esplicitando tutti i parametri risulta che la distanza di arresto è uguale a

$$\tau := 2.8 - 0.01 \cdot V_p$$

$$D_A := \frac{V_p}{3.6} \cdot \tau - \frac{1}{3.6^2} \int_{V_p}^{V_f} \frac{v}{g \cdot (f_i + \Delta_{i_med}) + (2.61 \cdot 10^{-5} \cdot v^2)} dv$$

I risultati dell'analisi di visibilità sono riportati in forma di diagramma delle visuali libere nel profilo di progetto.



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N.443/01

PROGETTO ESECUTIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-BICOCCA
Soppressione PL al km 3+639

RELAZIONE GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS0M	00	E 26 RH	NV 01 00 001	A	27 di 27

7.3 Conclusioni

In sintesi, si riassumono gli aspetti di carattere generale in grado di elevare il livello di sicurezza offerto all'utenza dalla viabilità riqualificata:

- Modifica delle condizioni di circolazione tramite la soppressione del PL e la razionalizzazione dei restanti innesti;
- Inserimento di una nuova segnaletica sia verticale che orizzontale, con particolare attenzione agli innesti con le viabilità esistenti di inizio e fine intervento;
- Analisi delle performance in termini di visibilità per l'arresto e adozione di provvedimenti mitigativi (limitazione di velocità) nel tratto in cui si è riscontrata tale carenza;
- Messa in opera dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione".

La valenza degli elementi positivi di cui sopra e la loro lettura combinata concorrono a concludere che, nello spirito di quanto richiesto dal D.M. del 22/04/2004, l'intervento configurato in progetto migliora complessivamente la sicurezza del sistema rispetto all'infrastruttura attuale.