

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD

1° LOTTO

Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

PROGETTO DEFINITIVO

CUP G21B1 30006 60005
WBS B25.A31N.L1
COMMESSA J16L1

COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA
PER LA PROGETTAZIONE
Dott. Ing. Gabriella Costantini

PRESTATORE DI SERVIZI:
CONSORZIO RAETIA



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
TRA LE PROIEZIONI SPECIALISTICHE:
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renso



PROGETTAZIONE:



ELABORATO: **PROGETTO STRADALE**
ASSE PRINCIPALE
RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Progressivo Rev.
06 01 01 001 02

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA: -
00	MARZO 2017	PRIMA EMISSIONE	TECHNITAL - V.REALE	V.REALE	A.RENSO	NOME FILE: J16L1_06_01_01_001_0101_OPD_02.doc
01	GIUGNO 2017	REVISIONE PER VERIFICA	TECHNITAL - V.REALE	V.REALE	A.RENSO	CM. PROGR. FG. LV. REV.
02	LUGLIO 2017	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI	TECHNITAL - V.REALE	V.REALE	A.RENSO	J16L1_06_01_01_001_0101_OPD_02

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO
PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

I N D I C E

1	PREMESSA	6
2	PRINCIPALI NORME PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO STRADALE	7
3	VERIFICHE FUNZIONALI DEGLI ARCHI AUTOSTRADALI	8
4	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	8
5	SEZIONE TIPO	10
	5.1 SEZIONE TIPOLOGICA IN RILEVATO E TRINCEA	10
	5.2 SEZIONE TIPOLOGICA IN VIADOTTO	12
	5.3 SEZIONE TIPOLOGICA IN GALLERIA	12
	5.4 PIAZZOLE DI EMERGENZA	13
6	VERIFICA DELLE GEOMETRIE STRADALI: ASPETTI NORMATIVI	14
	6.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO: RETTIFILI	15
	6.2 ANDAMENTO PLANIMETRICO: CURVE CIRCOLARI	15
	6.3 ANDAMENTO PLANIMETRICO: VERIFICA DEL PARAMETRO "A" DEGLI ELEMENTI A CURVATURA VARIABILE (CLOTOIDI)	17
	6.4 ANDAMENTO ALTIMETRICO: CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE	18
7	VERIFICA DELLE GEOMETRIE STRADALI: RISULTATI	19
	7.1 CALCOLO DELLA VELOCITÀ DI PERCORRENZA DELLE CURVE CIRCOLARI	19
	7.2 DIAGRAMMI DI VELOCITA'	20
	7.3 VERIFICHE ELEMENTI GEOMETRICI PISTA VERSO NORD – ANDAMENTO PLANIMETRICO	20
	7.3.1 CONTROLLI SUI RETTIFILI	21
	7.3.2 CONTROLLI SULLE CURVE CIRCOLARI	22
	7.3.3 CONTROLLI SULLE CURVE A RAGGIO VARIABILE (CLOTOIDI)	23
	7.3.1 VALORI MINIMI DI Δi	26
	7.4 VERIFICHE ELEMENTI GEOMETRICI – CONTROLLI SULL'ANDAMENTO ALTIMETRICO	27
	7.1 VERIFICHE – PENDENZA GEODETICA	28
	7.2 CONSIDERAZIONI FINALI SULLE VERIFICHE DELLE GEOMETRIE STRADALI	30
8	VERIFICA DELLE VISUALI LIBERE: ASPETTI NORMATIVI	30
	8.1 VISUALI LIBERE	31
	8.2 DISTANZA DI VISIBILITÀ PER L'ARRESTO	31

8.3	DISTANZA DI VISIBILITÀ PER LA MANOVRA DI CAMBIAMENTO CORSIA	34
9	RISULTATI DELLA VERIFICA DELLE VISUALI LIBERE	35
9.1	VISIBILITÀ PER L'ARRESTO	35
9.2	VISIBILITÀ PER LA MANOVRA DI CAMBIAMENTO CORSIA	36
9.3	CONSIDERAZIONI FINALI SULLE VERIFICHE DELLE VISUALI LIBERE	36
10	COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO	36
1	SVINCOLO ESISTENTE DI PIOVENE ROCCHETTE	37
2	SVINCOLO DI COGOLLO DEL CENGIO	37
3	SVINCOLO DI PEDEMONTE	38
4	VERIFICHE SVINCOLI	39
4.1	CORSIE DI ACCELERAZIONE	39
4.2	CORSIE DI DECELERAZIONE	43
4.3	DIMENSIONAMENTO DEI PRINCIPALI ELEMENTI GEOMETRICI SVINCOLO DI COGOLLO	45
4.1	ROTATORIA DI SVINCOLO DI COGOLLO DEL CENGIO: VERIFICHE	50
4.2	DIMENSIONAMENTO DEI PRINCIPALI ELEMENTI GEOMETRICI - SVINCOLO DI PEDEMONTE	55
4.3	ROTATORIA DI PEDEMONTE IN INGRESSO/USCITA: VERIFICHE	58
4.1	ROTATORIA DI PEDEMONTE SULLA SS 350: VERIFICHE	62
5	VIABILITA' SECONDARIA	66
6	PAVIMENTAZIONE	68
7	BARRIERE DI SICUREZZA	70
8	SEGNALETICA	72

Indice delle tabelle

Tabella 1: Tabella gallerie	6
Tabella 2: Tabella viadotti	6
Tabella 3: scenario di progetto 2025– livelli di servizio archi autostradali A31 nord.....	8
Tabella 4: – Lunghezza minima dei rettifili.....	15
Tabella 5: – Raggio minimo delle curve planimetriche.....	16
Tabella 6: – Velocità di percorrenza curve - Pista verso nord	20
Tabella 7: – Velocità di percorrenza curve - Pista verso sud	20
Tabella 8 – Conformità rettifili - Pista verso nord	21
Tabella 9 – Conformità rettifili - Pista verso sud	21

Tabella 10: – Conformità curve circolari - Pista verso nord.....	22
Tabella 11: – Conformità curve circolari - Pista verso sud	23
Tabella 12: – Conformità parametro clotoidi - Pista verso nord	24
Tabella 13: – Conformità parametro clotoidi - Pista verso sud	25
Tabella 14: – Conformità relazioni di proporzione clotoidi - Pista verso nord1	26
Tabella 15: – Conformità relazioni di proporzione clotoidi - Pista verso sud	26
Tabella 16: – Verifica raggi parabolici - Pista verso nord.....	27
Tabella 17: – Verifica raggi parabolici - Pista verso sud.....	28
Tabella 18: – Pendenza geodetica - Pista verso nord	29
Tabella 19: – Pendenza geodetica - Pista verso sud.....	29
Tabella 18: – Riepilogo valori limite del coefficiente di aderenza fl	33
Tabella 19: scenario di progetto 2025 entrata in esercizio – livelli di servizio corsie di accelerazione	41
Tabella 20: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 1	46
Tabella 21: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 2	47
Tabella 22: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 3	47
Tabella 23: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 4	48
Tabella 24: Elementi geometrici delle rampe – altimetria	48
Tabella 25: scenario programmatico 2025 – giorno medio annuo: Verifica funzionali - riassunto indicatori.....	52
Tabella 26: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 1	56
Tabella 27: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 2	56
Tabella 28: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 3	56
Tabella 29: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 4	56
Tabella 30: Elementi geometrici delle rampe – altimetria	57
Tabella 31: scenario programmatico 2025 – giorno medio annuo: Verifica funzionali - riassunto indicatori.....	59
Tabella 32: scenario programmatico 2025 – giorno medio annuo: Verifica funzionali - riassunto indicatori.....	63
Tabella 33: Elementi geometrici via Colombara	68
Tabella 34: Classificazione progettuale dei dispositivi di sicurezza longitudinali	71
Tabella 35: Classificazione delle barriere in termini di severità degli urti	72

Indice delle figure

Figura 1 – Sezione tipo in trincea	11
Figura 1 – Piazzola di emergenza standard	13
Figura 1 – Piazzola di emergenza con accesso vasche.....	14
Figura 2 - Rapporti tra i raggi R1 e R2 di due curve circolari che si succedono lungo il tracciato	16
Figura 3 - Campo di utilizzazione dei raccordi di clotoide.....	17

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Figura 4-	Valori limite del coefficiente di aderenza fl.....	32
Figura 5-	Distanza di visibilità per l'arresto per le autostrade.....	34
Figura 6 –	Sezione tipo monodirezionale	38
Figura 7 –	Sezione tipo bidirezionale.....	38
Figura 8 –	Schema assi di svincolo.....	46
Figura 9	Verifica funzionali tempi di ritardo (s/veh).....	53
Figura 10	Verifica funzionali code medie (metri)	53
Figura 11	Verifica funzionali – gradi di saturazione.....	53
Figura 12	Verifica funzionali – livelli di servizio	53
Figura 13 –	Schema verifiche angolo di deviazione.....	54
Figura 14 –	Schema verifiche visibilità	54
Figura 15 –	Schema di verifica visibilità rotatoria di progetto.....	55
Figura 16 –	Schema assi di svincolo.....	55
Figura 17	Verifica funzionali tempi di ritardo (s/veh).....	60
Figura 18	Verifica funzionali code medie (metri)	60
Figura 19	Verifica funzionali – gradi di saturazione.....	60
Figura 20	Verifica funzionali – livelli di servizio	60
Figura 13 –	Schema verifiche angolo di deviazione.....	61
Figura 14 –	Schema verifiche visibilità	62
Figura 15 –	Schema di verifica visibilità rotatoria di progetto.....	62
Figura 21	Verifica funzionali tempi di ritardo (s/veh).....	64
Figura 22	Verifica funzionali code medie (metri)	64
Figura 23	Verifica funzionali – gradi di saturazione.....	64
Figura 24	Verifica funzionali – livelli di servizio	64
Figura 13 –	Schema verifiche angolo di deviazione.....	65
Figura 14 –	Schema verifiche visibilità	65
Figura 15 –	Schema di verifica visibilità rotatoria di progetto.....	66
Figura 25 –	strade a destinazione particolare	66
Figura 26 –	strada tipo F1.....	67
Figura 27 –	strada tipo F2.....	67
Figura 28:	Composizione pacchetto di pavimentazione.....	69

1 PREMESSA

La presente relazione rappresenta l’elaborato “*Relazione tecnica del progetto stradale*” del progetto definitivo del 1° lotto funzionale dell’autostrada A31 Vicenza – Piovene Rocchette – Trento, come prolungamento dell’attuale tratto in esercizio da Longare (a sud di Vicenza) fino a Piovene Rocchette (a nord di Vicenza), ai sensi dell’art. 8 dell’allegato XXI del D.Lgs 163/2006 e s.m.i.

Il progetto prevede la realizzazione di circa 18 km di autostrada tra lo svincolo esistente di Piovene Rocchette e lo svincolo di progetto di Valle dell’Astico.

Le principali caratteristiche del collegamento sono riportate di seguito:

Sezione tipologica	tipo A
Intervallo velocità di progetto	90-140 Km/h
Pendenza longitudinale max asse principale	2.4 %
Raggio di curvatura orizzontale min. asse princ. circa	1228.50 m
Raggio di curvatura vert. concavo min. asse princ.	10.000 m
Raggio di curvatura verticale convesso min. asse princ.	16.695 m
Lunghezza complessiva del tracciato asse princ. circa	17+840 m
Svincoli di nuova costruzione	2
Svincolo esistente	1

Le opere d’arte maggiori lungo l’asse principale sono indicate nelle tabelle che seguono.

Opere d’arte maggiori – Gallerie artificiali e naturali		
Opera	Carreggiata dir. Nord L (m)	Carreggiata dir. Sud L (m)
Galleria art. Agata 1	100	100
Galleria S. Agata 2	1325,28 m	1314,62 m
Galleria Cogollo	6584,507 m	6591,00 m
Galleria Pedescala	1763.30 m	1732.80 m
Galleria S. Pietro	3465 m	3589 m

Tabella 1: Tabella gallerie

Opere d’arte maggiori - Viadotti		
Opera	Carreggiata dir. Nord L (m)	Carreggiata dir. Sud L (m)
Viadotto Piovene	285.80 m	285.80 m
Viadotto Assa	107.20 m	107.20
Viadotto Settecà	412.25 m	412.25 m
Viadotto Molino	490.51 m	489.36 m

Tabella 2: Tabella viadotti

2 PRINCIPALI NORME PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO STRADALE

Il progetto stradale del definitivo, conformemente al progetto preliminare approvato, è stato redatto seguendo la normativa sotto elencata:

- D.M. 5/11/2001 - Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade;
- D.M. 22/04/2004 - Modifica del D.M. 5/11/2001;
- D.M. 19/04/2006 - Norme Funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;
- D. L.vo n. 285 del 30/04/1992 - Nuovo Codice della Strada e s.m.i;
- DPR n. 495 del 16/12/1992 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada (G.U. 28.12.1982, N. 303 - suppl.) e s.m.i;
- D.M. 18/02/1992 n. 223 Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza (G.U. 16/3/1992, n°63);
- Circolare 09/06/1995 n. 2595 Barriere stradali di sicurezza. Decreto Ministeriale n. 223, 18/2/1992 - (G.U. 16/6/1995, n°139);
- Circolare 16/05/1996 n. 2357 - Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;
- Norma UNI Maggio 2000 UNI EN 1317-1 - Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;
- Norma UNI Maggio 2000 UNI EN 1317-2 - Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza;
- Norma UNI Gennaio 2002 UNI EN 1317-3 - Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulle prove di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto;
- Norma UNI Novembre 2001 UNI EN 1317-4 - Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza;
- D.M. 21/06/2004 n. 2367 - 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 (G.U. 05.08.2004, n. 182);

- Direttiva 25/08/2004 - Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Circolare 15/11/2007 - Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il DM 21.06.2004;
- Circolare 5/10/2010 - Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta delle costruzioni stradali;
- D.M. 28/06/2011 - Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale;
- C.N.R. n°178 15/09/95 - Catalogo delle pavimentazioni.

3 VERIFICHE FUNZIONALI DEGLI ARCHI AUTOSTRADALI

Il calcolo dei livelli si servizio è stato eseguito applicando le procedure definite dal manuale della capacità HCM (capitolo Basic Freeway Segments).

Tratto elementare	Direzione Nord					Direzione Sud				
	Leggeri (veh/h)	Pesanti (veh/h)	Velocità media attuata (km/)	Densità (pc/h/ln)	LOS	Leggeri (veh/h)	Pesanti (veh/h)	Velocità media attuata (km/)	Densità (pc/h/ln)	LOS
Piovene Rocchette - Cogollo	855	221	112	8.3	B	698	223	112	7.6	B
Cogollo – Pedemonte	814	217	112	7.9	B	653	214	112	7.9	B

Tabella 3: scenario di progetto 2025– livelli di servizio archi autostradali A31 nord

Le analisi effettuate dimostrano che il progetto ottempera i risultati attesi e prescritti dal D.M. 5/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” che prescrive un livello di servizio massimo pari a B per i tronchi stradali di nuova costruzione rispetto all’anno 2025 (scenario di medio termine). Nello specifico si evidenziano quindi condizioni di traffico scorrevole con una densità massima di poco superiore a pari a circa 8 veicoli equivalenti al km per corsia (pc/km/ln) cui compete un livello di servizio massimo pari a B.

Nell’elaborato specialistico “Relazione studio trasportistico” si riportano i tabulati di calcolo completi dei dati di input.

4 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato del primo lotto funzionale inizia in corrispondenza dell’attuale terminale

dell'autostrada a Piovene Rocchette in Provincia di Vicenza e termina nel Comune di Pedemonte con lo svincolo di Pedemonte.

L'autostrada A31 attuale termina con un restringimento di sezione che canalizza il traffico su un'unica corsia di marcia e viene convogliato al casello di Piovene Rocchette, mentre nella direzione opposta una corsia entra dal casello verso sud allargandosi a due una volta raggiunto il sedime autostradale. Lo schema di svincolo è una classica "trombetta" con asse autostradale in trincea, utilizzato per le sole rampe che si rivolgono verso sud.

Il tracciamento del proseguimento verso nord ripercorre l'ultima curva del tratto esistente che riduce la velocità di percorrenza a 100 km/h; in questo tratto è prevista soltanto la fresatura della pavimentazione esistente, la posa della nuova pavimentazione, il completamento della parte idraulica e l'inserimento/adequamento della segnaletica e delle barriere di sicurezza. La sezione della tratta esistente ha larghezza totale confrontabile con la sezione di progetto ma la distribuzione funzionale varia leggermente, quindi dalla progressiva zero alla progressiva 0+275 si ha una variazione della segnaletica orizzontale, degli elementi marginali e la velocità raggiunge la massima prevista per la categoria assegnata.

La prima parte del nuovo tracciato è in trincea, sottopassa il cavalcavia esistente, via della Pace, per arrivare alla progr. 0+820 in prossimità del torrente Astico. La particolarità dell'attraversamento, che si presenta con il torrente all'interno di una forra molto profonda, circa 70 m, ha richiesto lo studio di un'opera particolare descritta nell'elaborato specialistico. Successivamente, il tracciato si inserisce nell'area industriale di Cogollo del Cengio, interessando il corridoio tra gli edifici industriali già previsto dal progetto definitivo del 2007.

La prima parte si svolge in trincea per circa 600 m, alla progr. 1+700 un cavalcavia collega la viabilità locale in corrispondenza della via Colombara. Segue un tratto sempre in trincea ma tra paratie di micropali per circa 350 m, quindi un manufatto scatolare della lunghezza di circa 100 metri e un secondo tratto di paratie di micropali che si attestano sulla galleria naturale S. Agata 2.

Alla sommità delle paratie anzidette sono previste barriere fonoassorbenti vista la vicinanza del complesso abitativo/industriale.

La galleria S. Agata 2 misura in totale circa 1325 m, di cui una parte in galleria artificiale lato imbocco sud, più precisamente 555 m in artificiale sulla carreggiata nord e 636 m sulla carreggiata sud.

Allo sbocco della galleria lo svincolo di Cogollo si sviluppa in trincea, con due opere di attraversamento dell'asse autostradale e diverse opere di sostegno: paratie muri e terre rinforzate.

Alla progr. 4+600 circa il tracciato prosegue in galleria, denominata Cogollo, per 6554,50 m sull’asse nord e 6591 m sull’asse sud fino alla Val D’Assa che viene superata con un viadotto lungo 107,20 m a due campate con impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo. Il tracciato prosegue quindi in galleria, denominata Pedescala per 1763,30 m sull’asse nord e 1732.80 m sull’asse sud per poi attraversare in viadotto la S.P. 84 e il fiume Astico. Il viadotto, denominato Settecà, ha 9 campate sia sulla carreggiata nord sia sulla carreggiata sud e misura complessivamente 412.25 m su entrambe.

Segue un lungo tratto in galleria naturale, galleria San Pietro che misura 3465 m asse nord e 3589 asse sud. Allo sbocco della galleria San Pietro è stato progettato lo svincolo di Pedemonte in un’area che ha diversi vincoli a partire dalla presenza del fiume Astico e dalla morfologia della valle. La configurazione dello svincolo è stata, per quanto possibile, compattata per limitare il consumo di suolo. L’opera principale dello svincolo è il viadotto Molino che si sviluppa sull’asse principale; la scansione delle pile tiene conto dei vincoli al contorno: attraversamento dell’Astico, strada provinciale, strada di accesso allo svincolo.

Le rampe si sviluppano in parte in viadotto in parte in rilevato, la sezione tipologica per le rampe monodirezionali prevede una corsia di marcia da 6.0 m, banchine da 1.0 m e un arginello pari a 2.50 m metri per contenere le barriere di sicurezza, le cunette per la raccolta delle acque di piattaforma, i pali di illuminazione ed eventuali barriere fonoassorbenti.

All’interno dell’area di svincolo su un’area ad est del casello è ubicato il centro di manutenzione, in un’area ad ovest del casello è ubicato il centro servizi, l’area di servizio, l’area ecologica e l’elisuperficie.

Con lo svincolo di Pedemonte termina il primo lotto che ha uno sviluppo complessivo pari a 17+840 chilometri. 17+841.822

5 SEZIONE TIPO

5.1 SEZIONE TIPOLOGICA IN RILEVATO E TRINCEA

Il punto di partenza propedeutico allo studio del tracciato stradale è senz’altro la definizione della categoria stradale da assegnare all’infrastruttura: la definizione delle sezioni tipo rappresenta il momento nel quale operare le scelte che vengono sviluppate nel corso della progettazione, in termini di geometrie stradali, di opere d’arte, di particolari costruttivi, di impianti ed opere di arredo.

La normativa stradale di riferimento, per quel che riguarda l’asse principale, è rappresentata dal D.M. 5 novembre 2001 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”* che definisce gli elementi compositivi della sezione stradale e le relative dimensioni minime.

A seguito dello studio condotto nella prima fase di redazione del progetto preliminare e in

accordo con il Committente, la scelta della sezione ha categoria “A - Autostrade in ambito extraurbano”, secondo la definizione delle citate norme.

La piattaforma risulta quindi così composta:

- due carreggiate ciascuna composta da due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m;
- margine interno tra le carreggiate, di larghezza minima pari a 4,10 m, composto da uno spartitraffico minimo di 2,60 m e da due banchine in sinistra di larghezza minima di 0,75 m;
- una corsia di emergenza di larghezza pari a 3,00 m;

La larghezza complessiva minima della piattaforma risulta pari a 11,25 m.

I valori delle banchine in sinistra sono da intendersi minimi, in quanto per necessità legate alla verifica delle distanze di visibilità, possono subire degli incrementi.

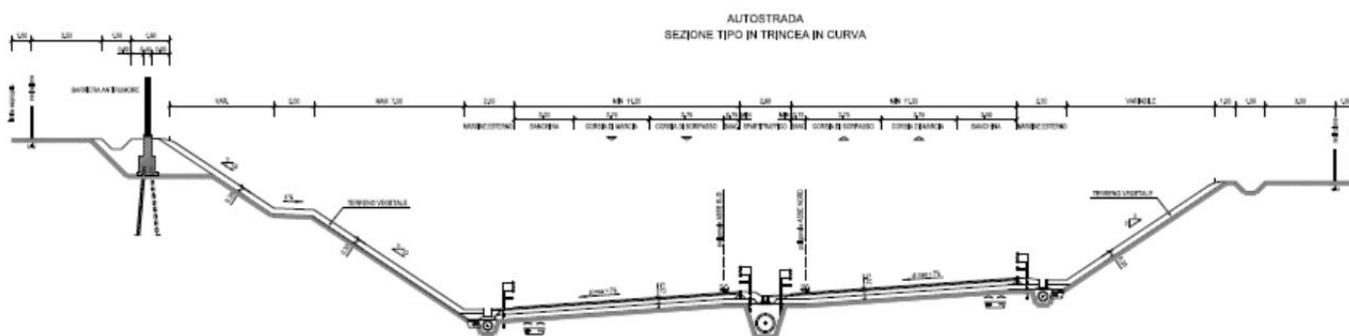


Figura 1 – Sezione tipo in trincea

La sagoma trasversale in rettilineo è a tetto, a doppia falda e con pendenza (2,5%) verso l'esterno. Nelle curve circolari la pendenza di tutta la piattaforma, commisurata al raggio di curvatura, è rivolta verso l'interno. Il progetto non raggiunge mai il valore massimo per la categoria di strada che si attesta al 7%.

Gli elementi marginali sono stati definiti partendo dall'assegnazione minima normativa (larghezza del ciglio più lo spazio di funzionamento della barriera di sicurezza) e assunti di larghezza pari a 2,50 m poiché tale spazio risulta necessario in relazione alla tipologia di barriera di sicurezza adottata, in funzione del tipo di collettamento delle acque di piattaforma e in funzione degli spazi necessari per l'alloggiamento degli impianti tecnologici di linea, dei pali di illuminazione e delle barriere fonoassorbenti dove presenti.

Si può quindi dire che l'articolazione del processo compositivo dei diversi elementi che costituiscono le sezioni tipo si è sviluppata partendo dalle regole del buon costruire (elementi di smaltimento delle acque di piattaforma) e applicando le normative tecniche di

settore (ad esempio, per le barriere di sicurezza D.M. 236721/06/2004 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”, nonché Circ. Min. 21-7-2010 n. 62032 e le norme UNI EN 1317) al fine di ottimizzare gli spazi necessari tenendo in conto la sicurezza dell’utenza.

La pendenza delle scarpate, nei brevi tratti in rilevato e in trincea, secondo i calcoli di stabilità effettuati ed in relazione alla qualità geotecnica dei terreni interessati, è stata prevista in 2/3 opportunamente inerbita con terreno vegetale per uno spessore minimo di 30 cm. Nelle tratte in rilevato è previsto, oltre lo scotico pari a 20 cm, anche la bonifica per uno spessore pari a 30 cm.

5.2 SEZIONE TIPOLOGICA IN VIADOTTO

Per superare le difficoltà orografiche presenti e in particolare per superare i corsi d’acqua sono stati previsti diversi attraversamenti in viadotto. La composizione della piattaforma stradale è conforme alla sezione all’aperto, ossia:

- due carreggiate ciascuna composta da due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m;
- una corsia di emergenza di larghezza pari a 3,00 m;
- banchina in sinistra di larghezza 0,75 m;

per un totale della larghezza della superficie pavimentata pari a 11.25 m.

Al margine destro è stato previsto un marciapiede di servizio di larghezza pari a 2.20 m nel quale è contenuta la barriera di sicurezza e a margine la rete di protezione o in alternativa le barriere antirumore se previste. In corrispondenza delle piste di svincolo possono essere posizionati i pali di illuminazione.

Sulla sinistra si trova invece un cordolo di larghezza pari a 0.90 m. sul quale è alloggiata la barriera di sicurezza.

Le canaline per l’alloggiamento degli impianti e le tubazioni per la raccolta delle acque di prima pioggia sono posizionate sull’intradosso dell’impalcato e sono schermate da una apposita veletta.

5.3 SEZIONE TIPOLOGICA IN GALLERIA

Come prima specificato gran parte del tracciato si svolge in galleria naturale. Sono state previste gallerie a doppio foro, con dimensioni della piattaforma stradale e delle banchine pari a quelle della sede viaria su corpo stradale. La larghezza totale del pavimentato è pari a

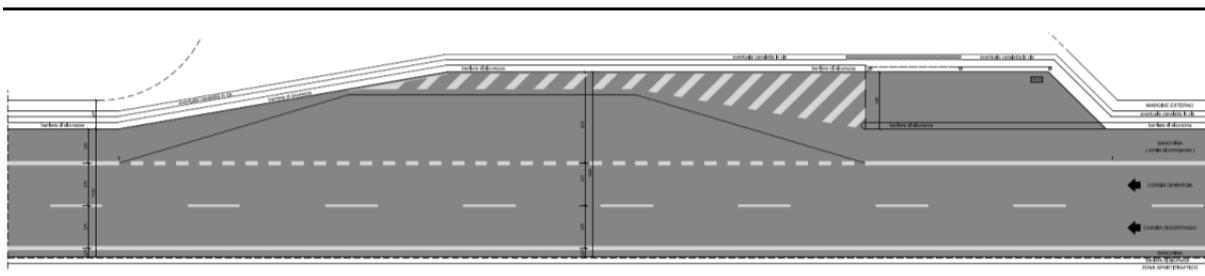


Figura 3 – Piazzola di emergenza con accesso vasche

In galleria non sono previste piazzole d'emergenza.

6 VERIFICA DELLE GEOMETRIE STRADALI: ASPETTI NORMATIVI

Il primo aspetto delle verifiche di sicurezza effettuate è relativo ai controlli di conformità della geometria dei tracciati con quanto previsto dal DM 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle Strade".

Come già precedentemente affermato, la piattaforma stradale adottata per entrambi i lotti in progetto ricade nell'ambito della categoria "A - Autostrade extraurbane", che prevede il seguente intervallo di velocità di progetto:

$$90 \text{ km/h} < V_p < 140 \text{ km/h}$$

Le verifiche effettuate si riferiscono all'analisi di congruenza delle caratteristiche progettuali planimetriche, e riguardano i seguenti aspetti:

- (a) Rettifili:
 - lunghezza massima dei rettifili;
 - lunghezza minima dei rettifili.
- (b) Curve Circolari:
 - relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L);
 - raggio minimo delle curve planimetriche;
 - compatibilità tra i raggi di due curve successive;
 - lunghezza minima delle curve circolari.
- (c) Curve di transizione:
 - verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi);
 - limitazione del contraccolpo;
 - sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata;
 - guida ottica.

Di seguito si richiamano sinteticamente le prescrizioni principali della normativa da

rispettare per i vari elementi componenti gli assi stradali.

6.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO: RETTIFILI

Lunghezza massima dei rettifili

Secondo quanto prescritto dal DM 05/11/2001 per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l’abbagliamento nella guida notturna è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite:

$$L_r = 22 \times V_{pmax}$$

Dove V_{pmax} è il limite superiore dell’intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h. Pertanto nel caso in studio dove $V_{pmax} = 140$ km/h, risulta il seguente valore della lunghezza massima:

$$L_r = 3080 \text{ m}$$

Lunghezza minima dei rettifili

Un rettifilo per essere percepito come tale dall’utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati dalla tabella 5.1, espressi in funzione della velocità intesa come quella massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato:

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Tabella 4: – Lunghezza minima dei rettifili

6.2 ANDAMENTO PLANIMETRICO: CURVE CIRCOLARI

Secondo Normativa una curva circolare per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva.

Compatibilità tra i raggi di due curve successive

Tra i raggi R_1 e R_2 di due curve circolari che, con l’inserimento di un elemento a curvatura variabile, si succedono lungo il tracciato sono regolate da un abaco, riportato in Fig.5.1.

Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L)

Tra un rettifilo di Lunghezza L_r ed il raggio più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettifilo stesso, anche con l’interposizione di una curva a raggio variabile, deve essere rispettata la relazione:

$$R > L_r \quad \text{per } L_r < 300 \text{ m}$$

$$R > 400 \text{ m} \quad \text{per } L_r > 300 \text{ m}$$

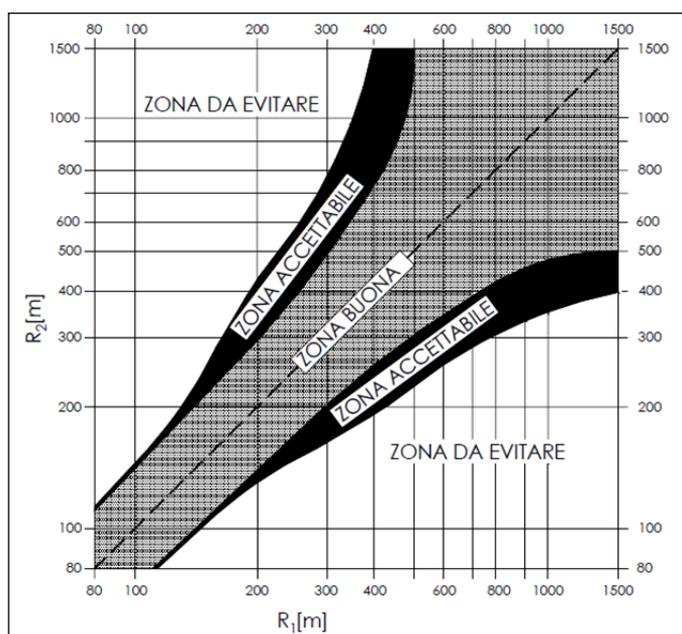


Figura 4 - Rapporti tra i raggi R_1 e R_2 di due curve circolari che si succedono lungo il tracciato

Raggio minimo delle curve planimetriche

Per una strada di assegnato intervallo di velocità di progetto, il raggio minimo R_{min} è quello calcolato con l’espressione:

$$V^2 = (q + f_t) / R \times 127$$

e con la velocità al limite inferiore dell’intervallo di progetto, per una pendenza trasversale pari alla q_{max} , nonché per un impegno di aderenza trasversale pari a $f_t \max$. Per una strada tipo A, la normativa riporta i valori indicati in tabella 5.2:

<i>Tipi secondo codice</i>	<i>Ambito territoriale</i>	<i>Denominazione</i>	$V_{p \min}$ [km/h]	q_{max}	$f_t \max$	R_{mni} [m]
A	Extraurbano	Strada principale	90	0.07	0.118	339

Tabella 5: – Raggio minimo delle curve planimetriche

6.3 ANDAMENTO PLANIMETRICO: VERIFICA DEL PARAMETRO "A" DEGLI ELEMENTI A CURVATURA VARIABILE (CLOTOIDI)

La curva a raggio variabile da impiegarsi è la clotoide, che è una curva che appartiene alla famiglia delle spirali generalizzate e che ha la seguente equazione:

$$R * S_v = A^2$$

Il parametro di scala "A" deve rispettare i seguenti valori minimi:

- a) Limitazione del contraccolpo:

$$A > 0.021 \times V^2$$

- b) Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata;

$$"\sqrt{(R/(\Delta i_{max}))} \times 100 \times B_i (q_i + q_f)"$$

- c) Guida ottica.

$$R/3 < A < R$$

Il campo di utilizzazione dei raccordi di clotoide resta definito dai valori ammissibili per il parametro A, come dalla figura seguente:

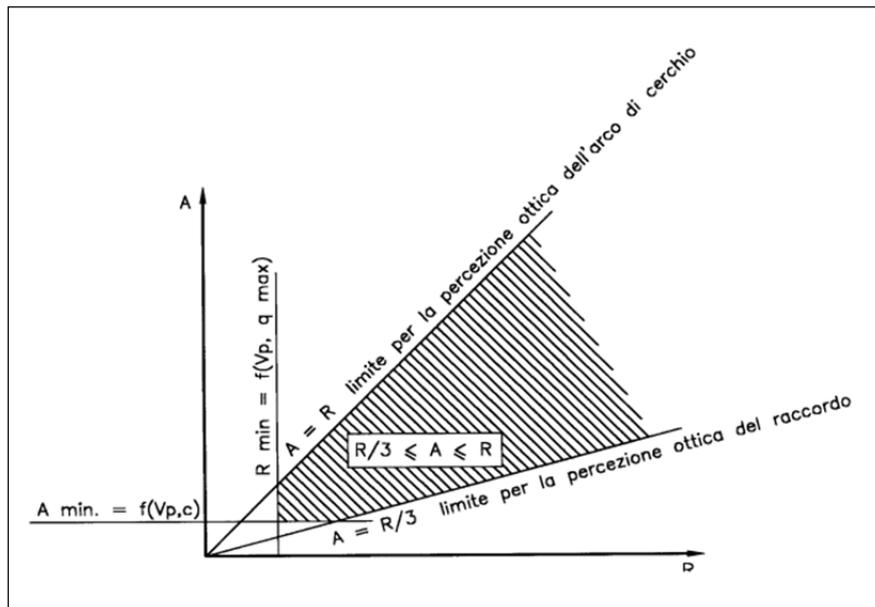


Figura 5- Campo di utilizzazione dei raccordi di clotoide

Dove:

$$R_{min} = \frac{V_p^2}{127 [f_{t_{max}} (V_p) + q_{max}]}$$

6.4 ANDAMENTO ALTIMETRICO: CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE

I raccordi verticali (concavi e convessi) sono stati dimensionati con riferimento alle distanze di visibilità. Sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo viene calcolato con l'espressione:

$$L = R_v \times \frac{\Delta i}{100} \quad [m]$$

dove Δi è la variazione di pendenza percentuale delle livellette da raccordare ed R_v è il raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola.

Fissata la distanza di visuale libera che si vuole verificare lungo lo sviluppo del tracciato, le formule per il caso convesso sono:

se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha:

$$R_v = \frac{D^2}{2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2})}$$

se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[D - 100 \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right]$$

Si pone da norma $h_1 = 1,10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso si pone $h_2 = 0,10$ m.

Per il caso concavo ponendo $h = 0,5$ m e $\theta = 1^\circ$ sono:

se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2(h + D \sin \theta)}$$

se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[D - \frac{100}{\Delta i} (h + D \times \sin \theta) \right]$$

7 VERIFICA DELLE GEOMETRIE STRADALI: RISULTATI

Prima del controllo puntuale delle caratteristiche geometriche dei vari elementi costituenti i tracciati delle due carreggiate, si è provveduto al calcolo delle velocità di progetto per gli elementi curvilinei, quale attività propedeutica alla costruzione del diagramma delle velocità. In seguito sono state eseguite le verifiche dettagliate di conformità dei vari elementi, i cui risultati sono riportati e commentati negli appositi capitoli.

7.1 CALCOLO DELLA VELOCITÀ DI PERCORRENZA DELLE CURVE CIRCOLARI

Si è proceduto al calcolo delle velocità di percorrenza di tutte le curve circolari componenti i tracciati applicando la seguente relazione, tratta dal capitolo "5.2.4 Pendenze trasversali della piattaforma in funzione del raggio delle curve circolari e della velocità" del D.M. 05/11/2001:

$$V^2 / R \times 127 = q + ft$$

dove:

q pendenza trasversale /100;

ft quota parte del coefficiente di aderenza impiegato trasversalmente, che per le autostrade ed alla velocità di 140 km/h ha un valore di 0.09;

Per le curve componenti la pista in direzione nord, sono stati inseriti i seguenti valori:

Curva	Raggio m	P trasv. %	Velocità
1	-1502.00	Curva esistente v=100 km/h	
2	-2482	3.8	120 km/h
3	-1228.5	6.0	140 km/h
4	2683	3.6	140 km/h
5	4885	2.5	140 km/h
6	-3513	3.10	140 km/h
7	2986	3.4	140 km/h
8	-2663	3.6	140 km/h
9	2500	3.8	140 km/h
10	-2326	4.0	140 km/h
11	-3285	3.2	140 km/h
12	3040	3.4	140 km/h

13	2773	3.6	140 km/h
----	------	-----	----------

Tabella 6: – Velocità di percorrenza curve - Pista verso nord

Per le curve componenti la pista in direzione sud, sono stati inseriti i seguenti valori:

Curva	Raggio	P trasv. %	Velocità
1	-1498	Curva esistente v=100 km/h	
2	-2504	3.8	120 km/h
3	-1359	5.6	140 km/h
4	2733	3.6	140 km/h
5	2503	3.8	140 km/h
6	2650	3.7	140 km/h
7	-3486	3.1	140 km/h
8	3013	3.4	140 km/h
9	-2636	3.7	140 km/h
10	2696	3.6	140 km/h
11	-2299	4.0	140 km/h
12	-3020	3.4	140 km/h
13	2800	3.5	140 km/h

Tabella 7: – Velocità di percorrenza curve - Pista verso sud

Quindi tutte le nuove curve circolari di progetto permettono una velocità di percorrenza al limite superiore dell'intervallo della velocità di progetto, cioè 140 km/h; ne consegue che il diagramma delle velocità presenterà un andamento orizzontale nella tratta di nuova costruzione.

7.2 *DIAGRAMMI DI VELOCITA'*

Poiché lungo tutto lo sviluppo del tracciato le curve circolari presentano valori del raggio superiori al minimo pari a 964 m che corrisponde alla velocità di progetto 140 km/h, il diagramma di velocità risulta piatto su tale valore a meno della parte iniziale dove il tracciato si collega all'autostrada esistente che presenta una curva senza allargamenti che ha percorribilità pari a 100 km/h.

7.3 *VERIFICHE ELEMENTI GEOMETRICI PISTA VERSO NORD – ANDAMENTO PLANIMETRICO*

In questo capitolo, per ogni tipologia di elemento costituente il tracciato planimetrico della pista in direzione nord, sono evidenziati i risultati delle verifiche di conformità effettuate.

Il calcolo è stato eseguito con l'ausilio di un software dedicato, i cui risultati sono poi stati validati. Nelle tabelle successive sono riepilogati solo i valori più significativi ai fini delle valutazioni di congruità degli assi di progetto.

7.3.1 CONTROLLI SUI RETTIFILI

Nel tracciato della pista nord sono presenti rettifili che risultano conformi, avendo sviluppi compresi tra i limiti previsti dalle norme:

L.min.=360 m Lmax. = 3080 m

Prog.iniziale	Prog.finale	Lunghezza	> L.min.	< L.max.
686.309	1074.228	387.918	si	si
1884.745	2249.453	364.708	si	si
5641.714	6884.823	1243.109	si	si
7981.578	8413.881	432.303	si	si
9989.402	10986.26	996.858	si	si
12936.984	13403.810	466.826	si	si
15294.81	15400.28	105.47	Flesso verificato	
17660.21	17701.96	41.76	Flesso verificato	

Tabella 8 – Conformità rettifili - Pista verso nord

Prog.iniziale	Prog.finale	Lunghezza	> L.min.	< L.max.
669.128	1029.567	360.439	si	si
2097.356	2153.086	55.73	Flesso verificato	
4289.997	4687.483	397.486	si	si
5505.472	6911.443	1405.97	si	si
7985.528	8426.066	440.538	si	si
10013.131	11008.291	995.161	si	si
12945.3	13410.434	465.134	si	si

Tabella 9 – Conformità rettifili - Pista verso sud

7.3.2 CONTROLLI SULLE CURVE CIRCOLARI

Per le curve circolari presenti nell'asse della pista nord e sud, i valori da verificare con i minimi previsti sono quelli relativi allo sviluppo dell'elemento ed al raggio minimo, i cui valori di riferimento sono:

$$\text{Sv.min.} = 97.220 \text{ m} \quad \text{R.min.} = 335.682 \text{ m}$$

Curva	Raggio (m)	Prog.inizio	Prog.fine	Sviluppo (m)	> Sv.min.	> R.min.
1	-1502.00	Curva esistente				
2	-2482	274.868	372.172	97.304	si	si
3	-1228.5	1212.165	1746.808	534.643	si	si
4	2683	2689.034	3633.866	944.832	si	si
5	4885	4079.428	5098.825	1019.397	si	si
6	-3513	7294.729	7571.672	276.943	si	si
7	2986	8748.777	9654.506	905.728	si	si
8	-2663	11283.706	12639.538	1355.831	si	si
9	2500	13780.17	15015.92	1235.75	si	si
10	-2326	15658.83	16753.02	1094.19	si	si
11	-3285	16903.51	17295.21	391.70	si	si
12	3040	18040.19	18995.44	955.25	si	si
13	2773	19056.20	21552.07	2495.87	si	si

Tabella 10: – Conformità curve circolari - Pista verso nord

Curva	Raggio (m)	Prog.inizio	Prog.fine	Sviluppo (m)	> Sv.min.	> R.min.
1	-1498	Curva esistente				
2	-2504	272.751	389.348	116.597	si	si
3	-1359	1180.567	1758.106	577.539	si	si
4	2733	2456.753	3306.609	849.856	si	si
5	2503	3359.144	4011.774	652.631	si	si
6	2650	4982.372	5128.114	145.742	si	si
7	-3486	7304.128	7592.842	288.715	si	si
8	3013	8761.288	9677.908	916.62	si	si

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

9	-2636	11308.785	12644.807	1336.022	si	si
10	2696.00	13763.04	15138.94	1375.90	si	si
11	-2299.00	15694.61	16457.70	763.10	si	si
12	-3020.00	16563.63	17439.33	875.69	si	si
13	2800	18099.43	21583.22	3483.79	si	si

Tabella 11: – Conformità curve circolari - Pista verso sud

Per quello che concerne le relazioni tra i raggi delle singole curve circolari ed i rettifili adiacenti, dati i valori elevati dei raggi utilizzati, le verifiche sono sempre positive; lo stesso vale per il controllo di compatibilità tra i raggi delle curve successive, che risulta sempre essere conforme a quanto previsto dalla norma.

7.3.3 CONTROLLI SULLE CURVE A RAGGIO VARIABILE (CLOTIDI)

Per le curve di transizione previste nel tracciato, sono stati effettuati sia controlli diretti sul parametro A delle singole clotoidi, sia controlli di relazione tra elementi successivi, quali ed esempio tra i parametri delle clotoidi di entrata ed uscita di una curva circolare.

I valori minimi del parametro di scala, calcolati per ogni criterio, sono stati denominati come segue:

- criterio a, limitazione del contraccollo: A_{mina}
- criterio b, soprapendenza longitudinale: A_{minb}
- criterio c, ottico: A_{minc}

Le relazioni da rispettare tra le singole clotoidi successive ed il raggio della curva circolare sono invece le seguenti:

$$\frac{2}{3} \leq A_1/A_2 \leq \frac{3}{2} \qquad R/3 \leq A \leq R$$

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche di conformità del parametro A per la tratta di nuova costruzione:

Curva	Prog. inizio	Prog. fine	Lungh. clotoide	Raggio	A	A _{mina}	A _{minb}	A _{minc}	Conformità
2 ingr	0+075.89	0+274.86	198.97	2482	870	411.60	428.24	827.33	si
2 uscita	0+372.17	0+686.31	314.13	2482	883	411.60	428.24	827.33	si
3 ingr.	1+074.22	1+212.16	137.93	1228.5	411.60	411.60	301.28	409.5	si
3 uscita	1+746.80	1+884.74	137.93	1228.5	411.60	411.60	301.28	409.5	si

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

4 ingr.	2+249.45	2+689.03	439.58	2683	1086	411.60	445.25	894.3	si
4 - 5 cont	3+633.86	4+079.42	445.56	2683 - 4885	1628.5	411.60	456.42	894.00	si
5 uscita	5+098.82	5+641.71	542.88	4885	1628.5	411.60	600.79	1628.33	si
6 ingr.	6+884.82	7+294.72	409.90	3513	1200	411.60	509.48	1171	si
6 uscita	7+571.67	7+981.57	409.90	3513	1200	411.60	509.48	1171	si
7 ingr.	8+413.88	8+748.77	334.89	2986	1000	411.60	469.72	995.33	si
7 uscita	9+654.50	9+989.40	334.89	2986	1000	411.60	469.72	995.33	si
8 ingr.	10+986.26	11+283.70	297.44	2663	890	411.60	443.58	887.66	si
8 uscita	12+639.53	12+936.98	297.44	2663	890	411.60	443.58	887.66	si
9 entr	13+403.81	13+453.81	376.36	2500	970	411.60	429.79	833.33	si
9 uscita	15015.92	15294.81	278.89	2500	835	411.60	429.79	833.33	si
10 entr	15400.28	15658.83	258.56	2326	775.50	411.60	414.57	775.33	si
10-11	16753.02	16903.51	150.49	2326 3285	1095	411.60	528.08	775.33	si
11 uscita	17295.21	17610.21	365	3285	1095	411.60	492.67	1095	si
12 entr	17701.97	18040.19	955.25	3040	1014	411.60	473.94	1013.33	si
12-13	18955.44	19056.20	60.76	3040 2773	1385	411.60		1013.33	si

Tabella 12: – Conformità parametro clotoidi - Pista verso nord

Curva	Prog. inizio	Prog. fine	Lungh. clotoide	Raggio	A	Amina	Aminb	Aminc	Conformi tà
2 ingr.	0+084.86	0+272.75	187.89	2504	837	411.60	430.14	834.66	si
2 uscita	0+389.34	0+669.12	279.78	2504	837	411.60	430.14	834.66	si
3 ingr.	1+029.56	1+180.56	151	1359	453	411.60	316.88	453	si
3 uscita	1+758.10	2+097.35	339.25	1359	679	411.60	316.88	453	si
4 ingr.	2+153.08	2+456.75	303.66	2733	911	411.60	449.38	911	
4-5 cont	3+306.60	3+359.14	52.53	2733/25 03	1250	411.60	1020	911	si
5 uscita	4+011.77	4+289.99	278.22	2503	834.5	411.60	430.05	834.33	si
6 ingr.	4+982.372	5+128.11	294.88	2650	884	411.60	442.50	883.33	si

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

6 uscita	5+128.11	5+505.47	377.35	2650	1000	411.60	442.50	883.33	si
7 ingr.	6+911.44	7+304.12	392.68	3486	1170	411.60	507.52	1162	si
7 uscita	7+592.84	7+985.52	392.68	3486	1170	411.60	507.52	1162	si
8 ingr.	8+426.06	8+761.28	335.22	3013	1005	411.60	471.83	1004.33	si
8 uscita	9+677.90	10+013.13	335.22	3013	1005	411.60	471.83	1004.33	si
9 ingr.	11+008.29	11+308.78	300.49	2636	890	411.60	441.33	878.66	si
9 uscita	12+644.80	12+945.30	300.49	2636	890	411.60	441.33	878.66	si
10 entr	13+460.43	13+763.04	352.61	2696	975	411.60	446.32	898.67	si
10 usc	15+138.94	15+438.72	299.78	2696	899	411.60	446.32	898.67	si
11 entr	15+438.72	15+694.61	255.89	2299	767	411.60	412.15	766.33	si
11-12	16+457.70	16+563.63	105.93	2299 3020	1010	411.60	580.55	766.33	si
12 usc	17+439.33	17+777.11	337.78	3020	1010	411.60	472.38	1006.67	si
13 entr	17777.11	18099.43	322.32	2800	950	411.60	454.85	933.33	si

Tabella 13: – Conformità parametro clotoidi - Pista verso sud

Il controllo delle relazioni di proporzione tra i parametri delle varie clotoidi è invece riassunto nelle tabelle seguenti:

Curva	A1 ingr	Raggio	A2 uscita	A1/A2	Ri/3 Rx	Continuità Ri/3>A>Rx	Transizione e flesso	
							A1/A2 > 2/3 (0.66)	A1/A2 < 3/2 (1.50)
2	870	2482	883	0.98			si	si
3	411.60	1228.5	411.60	1			si	si
4 entr	1086	2683	1628	0.66			si	si
4-5 cont		2683	1628.5			si		
		4885						
5 usc	1628.5	4885	1628.5	1			si	si
6	1200	3513	1200	1			si	si
7	1000	2986	1000	1			si	si
8	890	2663	890	1			si	si
9	970	2500	835	1.16			si	si
10 entr	775.50	2326	1095	0.70			si	si

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

10-11 con	1095	2326 3285				si		
11 usc	1095	3285	1095	1			si	si
12	1014	3040	1385	0.73				
12-13		3040 2773	1385			si		

Tabella 14: – Conformità relazioni di proporzione clotoidi - Pista verso nord1

Curva	A1 ingr	Raggio	A2 uscita	A1/A2	Ri/3 Rx	Continuità Ri/3>A>Rx	Transizione e flesso	
							A1/A2 > 2/3 (0.66)	A1/A2 < 3/2 (1.50)
2	837	2504	837	1			si	si
3	453	1359	679	1.49			si	si
3-4 fless	679	1359	911	0.74			si	si
		2733						
4-5 cont		2733	1250			si		
		2503						
5	1250	2503	834.4	1.49			si	si
6	884	2650	1000	0.88				
7	1170	3486	1170	1			si	si
8	1005	3013	1005	1				
9	890	2636	890	1			si	si
10	975	2696	899	0.92			si	si
11 entr	767	2299	1010	0.76			si	si
11-12		2299 3020	1010			si		
12 usc	1010	3020	1010	1			si	si
13	950	2800	-	-			-	-

Tabella 15: – Conformità relazioni di proporzione clotoidi - Pista verso sud

7.3.1 VALORI MINIMI DI Δi

In ottemperanza a quanto prescritto dalla normativa, nei casi in cui in una certa fase della

rotazione nel passaggio tra rettilineo e curva la pendenza trasversale è inferiore a quella minima del 2,5 %, allo scopo di diminuire la lunghezza del tratto di strada dove può avvenire il ristagno d’acqua, è necessario che la pendenza longitudinale Δi dell’estremità che si solleva sia non inferiore ad un valore Δi_{\min} , nel caso in esame dato da:

$$\Delta i_{\min} = 0.1 \times B_i = 0.1 \times 10.50 = 1.05 \%$$

Quando $\Delta i < \Delta i_{\min}$ è stato necessario spezzare in due parti il profilo longitudinale dell’estremità esterna della carreggiata in curva, realizzando quindi un primo tratto con pendenza maggiore o uguale a Δi_{\min} sino a quando la pendenza trasversale ha raggiunto il 2.5% (standardizzata a 25+25 m). Nel tratto successivo la pendenza può essere inferiore.

7.4 VERIFICHE ELEMENTI GEOMETRICI – CONTROLLI SULL’ANDAMENTO ALTIMETRICO

La pendenza massima adottabile per il rispetto della normativa risulta pari al valore 5,0%. Tale valore scende al 4,0% in corrispondenza di gallerie, al fine di contenere le emissioni di sostanze inquinanti e di fumi, e ancor meno nel caso di lunghe gallerie in relazione ai volumi ed alla composizione del traffico previsto.

La pendenza minima assunta per i lotti in oggetto è dello 0.20 %, mentre la pendenza massima è del 2.42 %, inferiore a quanto prescritto dalle norme.

Elementi geometrici: raccordi verticali pista nord					
Raccordo n.	Tipologia	Pend. 1 %	Pend. 2 %	Raggio (m)	Verifica
1	Concavo	1.28	1.74	89000	si
2	Convesso	1.74	0.20	25050	si
3	Concavo	0.20	2.42	20000	si
4	Convesso	2.42	2.09	19975	si
5	Concavo	2.09	1.00	33000	si
6	Convesso	1.00	-1.21	17000	si
7	Concavo	-1.21	2.10	10000	si
8	Concavo	2.1	2.25	70000	si
9	Convesso	2.25	0.418	35600	si

Tabella 16: – Verifica raggi parabolici - Pista verso nord

Elementi geometrici: raccordi verticali pista sud

Raccordo n.	Tipologia	Pend. 1 %	Pend. 2 %	Raggio (m)	Verifica
1	Concavo	1.28	1.74	89000	si
2	Convesso	1.74	1.60	45000	si
3	Convesso	-1.60	0.30	29200	si
4	Concavo	0.30	2.39	20000	si
5	Convesso	2.39	-2.07	20470	si
6	Concavo	-2.07	1.00	33240	si
7	Convesso	1.00	-1.22	16695	si
8	Concavo	-1.22	2.10	10000	si
9	Concavo	2.10	2.25	70000	si
10	Convesso	2.25	0.414	35600	si

Tabella 17: – Verifica raggi parabolici - Pista verso sud

I raggi dei cerchi osculatori ai raccordi verticali parabolici adottati risultano verificati in quanto tutti superiori ai valori minimi da norma.

7.1 VERIFICHE – PENDENZA GEODETICA

L'intervento in oggetto si sviluppa tra i 200 mslmm e 440 mslmm si ritiene quindi che non ci siano condizioni di frequente innevamento; tuttavia, per completezza si riporta il calcolo della pendenza geodetica secondo la seguente formula:

$$J = \sqrt{i^2 + j^2}$$

Dove:

i = pendenza trasversale in %

j = pendenza longitudinale in %

La pendenza massima adottabile per il rispetto della normativa risulta pari al valore 5,0%. Tale valore scende al 4,0% in corrispondenza di gallerie, al fine di contenere le emissioni di sostanze inquinanti e di fumi, e ancor meno nel caso di lunghe gallerie in relazione ai volumi ed alla composizione del traffico previsto.

Pendenza geodetica – pista verso nord				
N	R	I %	J %	J %
1	-1502.00			

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

2	-2482	3.8	1.28	2.25
3	-1228.5	6.0	1.74	2.78
4	2683	3.6	2.42/2.09	2.45/2.38
5	4885	2.5	2.09	2.14
6	-3513	3.10	1	2.02
7	2986	3.4	1	2.09
8	-2663	3.6	1.21	2.19
9	2500	3.8	2.10	2.42
10	-2326	4.0	2.10	2.47
11	-3285	3.2	2.10	2.30
12	3040	3.4	2.25	2.37

Tabella 18: – Pendenza geodetica - Pista verso nord

Pendenza geodetica – pista verso sud				
<i>N</i>	<i>R</i>	<i>I</i> %	<i>J</i> %	<i>J</i> %
1	-1498	Curva esistente v=100 km/h		
2	-2504	3.8	1.74	2.35
3	-1359	5.6	1.60/0.30	2.68/2.42
4	2733	3.6	2.39	2.44
5	2503	3.8	2.07	2.42
6	2650	3.7	1.00	2.16
7	-3486	3.1	1.00	2.02
8	3013	3.4	1.00	2.09
9	-2636	3.7	1.22	2.21
10	2696	3.6	2.10	2.38
11	-2299	4.0	2.10	2.46
12	-3020	3.4	2.10	2.34

Tabella 19: – Pendenza geodetica - Pista verso sud

Come si deduce dalle tabelle i valori sono molto al di sotto dei massimi normati sia per la carreggiata verso nord sia per la carreggiata verso sud.

7.2 CONSIDERAZIONI FINALI SULLE VERIFICHE DELLE GEOMETRIE STRADALI

Dopo aver esaminato tutti gli aspetti relativi alle caratteristiche geometriche dei tracciati sia della pista in direzione Nord sia di quella in direzione Sud, si può affermare che entrambi gli assi sono conformi a quanto previsto dal DM 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle Strade" per la categoria di infrastruttura in progetto. Infatti:

- I rettifili rispettano sia i limiti minimi che i limiti massimi di sviluppo;
- Le curve circolari hanno raggi e sviluppi adeguati;
- Le curve a raggio variabile sono nella totalità dei casi compatibili con i dettami della norma;
- Gli elementi costituenti i tracciati permettono la percorrenza secondo velocità operative coincidenti con il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto;
- L'andamento altimetrico rispetta i valori massimi e minimi normati.

8 VERIFICA DELLE VISUALI LIBERE: ASPETTI NORMATIVI

Il secondo aspetto esaminato dall'analisi di conformità dei tracciati è quello relativo alla verifica delle visuali libere. Le distanze di visibilità da verificare dipendono dal tipo di strada in progetto e dall'elemento di tracciato considerato. Indipendentemente però dal tipo di strada e dall'ambito (extraurbano o urbano), lungo tutto il tracciato deve essere assicurata la distanza di visibilità per l'arresto in condizioni ordinarie o con tempi di reazione maggiorati. In corrispondenza di punti singolari (intersezioni, deviazioni ecc.) occorre assicurare la distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia.

Ai fini delle verifiche delle visuali libere, la posizione del conducente deve essere sempre considerata al centro della corsia da lui impegnata, con l'altezza del suo occhio a 1,10 m dal piano viabile. Nella valutazione della distanza di visibilità per l'arresto, l'ostacolo va collocato a 0,10 m dal piano viabile e sempre lungo l'asse della corsia del conducente. Nel caso della manovra di cambiamento di corsia, in corrispondenza delle singolarità del tracciato deve essere verificata la possibilità di vedere il limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente.

In questo capitolo vengono richiamati i principi generali enunciati dalla normativa, a cui ci si è attenuti nelle valutazioni effettuate. Essendo il tracciato a doppia carreggiata, sono state omesse le verifiche della distanza di visibilità per il sorpasso.

8.1 VISUALI LIBERE

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione.

Per distanza di visuale libera 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.

Lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, in fase di progettazione ed a seconda dei casi successivamente precisati, con le seguenti distanze:

- Distanza di visibilità per l'arresto, costituita dallo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto;
- Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.).

8.2 DISTANZA DI VISIBILITÀ PER L'ARRESTO

Si valuta con la seguente espressione:

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

dove:

D1 = spazio percorso nel tempo τ ;

D2 = spazio di frenatura;

V0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [km/h];

V1 = velocità finale del veicolo, in cui V1 = 0 in caso di arresto [km/h];

i = pendenza longitudinale del tracciato [%];

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

g = accelerazione di gravità [m/s²];

- Ra = resistenza aerodinamica [N];
m = massa del veicolo [kg];
f1 = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura;
r0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg].

La resistenza aerodinamica Ra si valuta con la seguente espressione:

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

dove:

- Cx = coefficiente aerodinamico;
S = superficie resistente [m2];
 ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m3].

Per f1 possono adottarsi le due serie di valori di seguito riportate, una relativa alle autostrade e l'altra valida per tutti gli altri tipi di strade. Tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm).

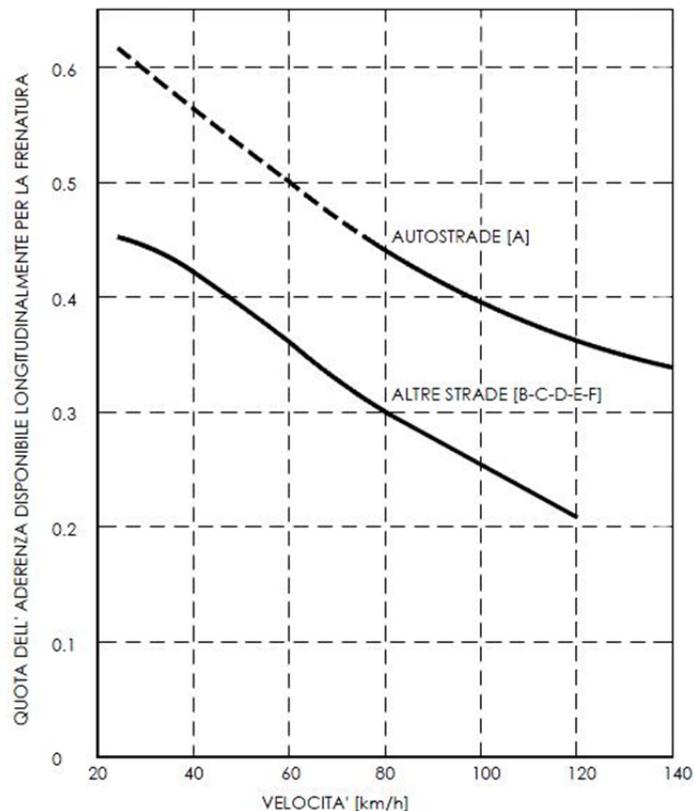


Figura 6- Valori limite del coefficiente di aderenza f1

Per le autostrade sono stati adottati valori di f_1 maggiori in considerazione del fatto che su tale tipo di vie, caratterizzate da standard geometrici elevati nonché da piani viabili di qualità, l'utente tende ad impegnare l'aderenza disponibile in misura maggiore.

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_1 Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
f_1 Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Tabella 20: – Riepilogo valori limite del coefficiente di aderenza f_1

Le distanze così calcolate sono valide sia in rettilineo che in curva.

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 della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01 V) \quad [s]$$

con V in km/h.

In situazioni particolari quali incroci o tratti di difficile lettura ed interpretazione (intersezioni complesse, innesti o deviazioni successive ecc.) il tempo di cui sopra va maggiorato di 1 secondo nel caso di strada extraurbana e fino a 3 secondi in ambito urbano.

Le Figura riporta le distanze di visibilità per l'arresto calcolate come sopra, in funzione di una pendenza longitudinale costante. In caso di variabilità di tale pendenza (raccordi verticali), si può assumere per essa il valore medio.

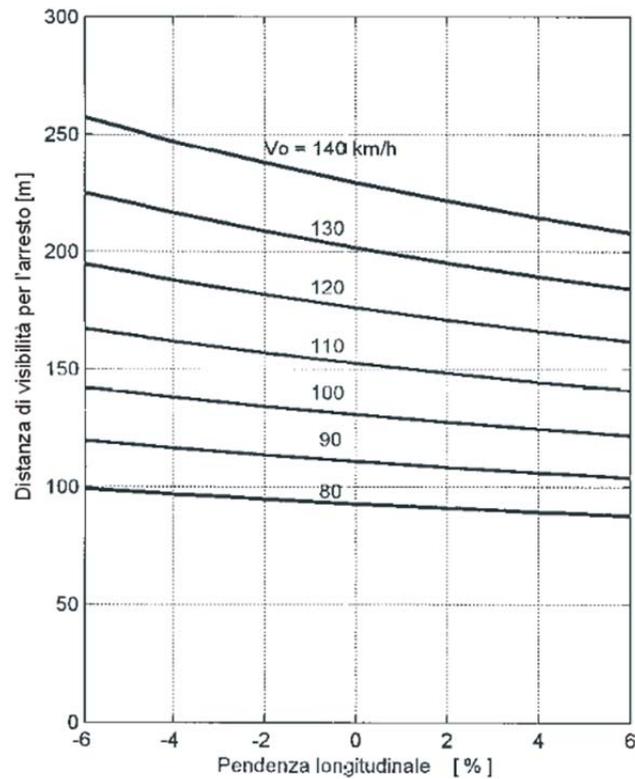


Figura 7- Distanza di visibilità per l'arresto per le autostrade

I diagrammi indicati in figura sono calcolati per il caso di arresto di una autovettura le cui caratteristiche di resistenza aerodinamica (con riferimento ad una autovettura media) sono precisate di seguito:

- Cx = coefficiente aerodinamico = 0,35;
- S = superficie resistente = 2,1 [m²];
- m = massa del veicolo = 1250 [kg];
- ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard = 1,15 [kg/m³].

Con queste condizioni e V espressa in km/h:

$$\frac{Ra}{m} = 2,61 \times 10^{-5} \times V^2 \quad [\text{N/kg}]$$

8.3 DISTANZA DI VISIBILITÀ PER LA MANOVRA DI CAMBIAMENTO CORSIA

Si valuta lo spazio necessario con la seguente espressione, nella quale i 9,5 secondi comprendono i tempi necessari per percepire e riconoscere la situazione e per la decisione ed effettuazione della manovra di cambiamento di una sola corsia (4 secondi):

$$D_c = 9,5 \times v = 2,6 V \quad [\text{m}]$$

dove:

v = velocità del veicolo in [m/s]

V = velocità del veicolo in [km/h], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità.

9 RISULTATI DELLA VERIFICA DELLE VISUALI LIBERE

Per la verifica delle visuali libere si è proceduto inizialmente ad una prima valutazione delle condizioni di visibilità per l'arresto (Da), con la determinazione degli eventuali allargamenti della pavimentazione. In seguito si sono valutate le zone ove risulta necessario provvedere alla verifica della distanza di visibilità per la manovra di cambiamento corsia (Dc).

9.1 VISIBILITÀ PER L'ARRESTO

Il primo passo della valutazione è consistito nel calcolare a passo 10 m lungo gli assi delle corsie le visuali possibili ai fini della visibilità per l'arresto, imponendo come ostacolo i limiti della carreggiata pavimentata, quindi per l'esterno il limite della corsia di emergenza e per lo spartitraffico il bordo della banchina interna, coincidente con il filo della barriera di sicurezza prevista.

I risultati di tale valutazione hanno rivelato l'esistenza di alcune situazioni in cui le distanze di visibilità per l'arresto non sarebbero garantite mantenendo le sezioni stradali di progetto senza opportuni allargamenti delle banchine. Tali situazioni di non conformità sono di seguito descritte:

Pista verso nord:

All'interno della curva 3, a raggio 1228.50 m e con senso di percorrenza sinistrorso, la livelletta ha una pendenza in salita variabile da 0.20% a 1.73 % circa; verificando le visuali libere sulla corsia di sorpasso, risulta che la distanza tra asse corsia e limite dell'ostacolo in sinistra, pari a $3.75 \text{ m}/2 + 0.75 \text{ m}$ di banchina), non permette una dimensione dei raggi visuali superiori al minimo. Si rende necessario quindi adottare un allargamento della banchina sinistra di 2.68 m, tale da permettere visuali di dimensioni conformi.

Pista verso sud:

La curva 3 ha un raggio 1359 m ed un andamento altimetrico in discesa compreso tra 1,73% e 0.20% circa. Verificando le visuali libere sulla corsia di marcia, si è constatato che per garantire la visibilità è necessario quindi adottare un allargamento della banchina destra di 0.30 m.

Dopo aver completato l'esame preliminare dei vari assi, con la determinazione delle varie modifiche alla larghezza della pavimentazione, alle configurazioni delle opere d'arte presenti nelle zone oggetto di modifica, sono stati costruiti i diagrammi delle distanze di visibilità per l'arresto, calcolando le distanze con passo 10 m, e sempre utilizzando come ostacoli gli estremi della pavimentazione, cioè barriera spartitraffico centrale e limite della corsia di emergenza in esterno.

9.2 VISIBILITÀ PER LA MANOVRA DI CAMBIAMENTO CORSIA

La verifica della visibilità per la manovra di cambiamento di corsia (**Dc**), dovrebbe essere verificata in corrispondenza di punti singolari, quali le deviazioni. Per la velocità di progetto rilevata, la distanza deve avere almeno il seguente valore minimo:

$$D_c = 2,6 * 140 = 364 \text{ m}$$

Nel lotto oggetto di intervento le verifiche si sono concentrate in corrispondenza delle diversioni degli svincoli. Dai calcoli si è constatato che in corrispondenza dell'uscita verso lo svincolo di Cogollo, pista nord, è necessario un allargamento di 0.70 m.

9.3 CONSIDERAZIONI FINALI SULLE VERIFICHE DELLE VISUALI LIBERE

Al termine dei controlli effettuati sulle visuali libere permesse dalla configurazione generale delle carreggiate in direzione nord ed in direzione di sud, è possibile ritenere gli assi stradali compatibili con i dettami stabiliti dal DM 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle Strade" per la categoria dell'infrastruttura in progetto. Infatti:

- La distanza di visibilità per l'arresto, calcolata lungo gli assi è risultata sempre garantita, attraverso la predisposizione di opportuni allargamenti della sede autostradale in corrispondenza dei punti critici.
- La distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, che deve essere verificata nei punti singolari è stata verificata in corrispondenza delle corsie specializzate di uscita presenti, controllandone la conformità in modo puntuale, ottenendo risultanze positive.

10 COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO

Al fine di garantire una percezione chiara delle caratteristiche del tracciato stradale ed evitare variazioni brusche delle linee che lo definiscono nel quadro prospettico, occorre coordinare opportunamente l'andamento plano-altimetrico dell'asse con il profilo longitudinale.

A tale scopo la normativa D.M. 05-11-2001 illustra al punto 5.5.1 e 5.5.2 i principali difetti ottici riscontrabili e i relativi suggerimenti per eliminarli.

La verifica del coordinamento plano-altimetrico eseguita sul lotto in oggetto non evidenzia particolari problematiche che possano compromettere la chiara e corretta percezione delle caratteristiche del nastro stradale. In particolare, la corrispondenza tra elementi planimetrici ed altimetrici viene garantita quasi sempre e laddove non è risultato possibile si è sempre garantito un rapporto fra raggi verticale e il raggio della curva planimetrica R sia ≥ 6 .

1 SVINCOLO ESISTENTE DI PIOVENE ROCCHETTE

Il tracciato ha inizio in corrispondenza dello Svincolo esistente di Piovene Rocchette che allo stato attuale presenta le rampe di uscita da Vicenza verso Piovene Rocchette e le rampe di entrata da Piovene Rocchette verso Vicenza.

Il progetto prevede per la parte esistente la fresatura della pavimentazione e il ripristino, e le opere di completamento: barriere, opere idrauliche e la sostituzione segnaletica verticale e orizzontale.

Le nuove rampe di accelerazione verso nord e di decelerazione da nord sono condizionate dalle opere esistenti: cavalcavia di attraversamento.

2 SVINCOLO DI COGOLLO DEL CENGIO

Lo svincolo di Cogollo segue l'alternativa n. 1A dello studio di impatto ambientale. La geometria dello svincolo è stata quindi modificata sia per quanto riguarda l'altimetria sia per quanto riguarda l'andamento planimetrico. La configurazione è stata, per quanto possibile, compattata per limitare il consumo di suolo e la livelletta è stata abbassata di circa 2 metri per rendere lo svincolo meno visibile.

La nuova configurazione prevede diverse opere di sostegno (paratie, muri, terre rinforzate), e due attraversamenti dell'asse autostradale in cavalcavia.

La sezione tipologica per le rampe monodirezionali prevede una corsia di marcia da 4.0 m, banchine da 1.0 m e un arginello pari a 2.50 m metri per contenere le barriere di sicurezza, le cunette per la raccolta delle acque di piattaforma, i pali di illuminazione ed eventuali barriere fonoassorbenti.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

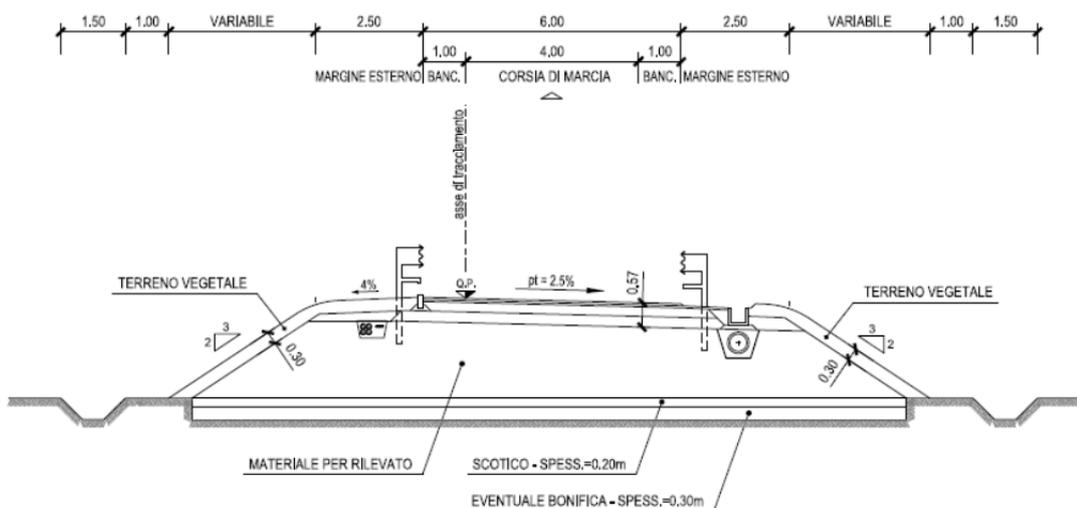


Figura 8 – Sezione tipo monodirezionale

La sezione tipologica per la rampa bidirezionale prevede due corsie di marcia da 4.0 m, banchine da 1.0 m e un arginello pari a 2.50 m metri per contenere le barriere di sicurezza, le cunette per la raccolta delle acque di piattaforma, i pali di illuminazione ed eventuali barriere fonoassorbenti.

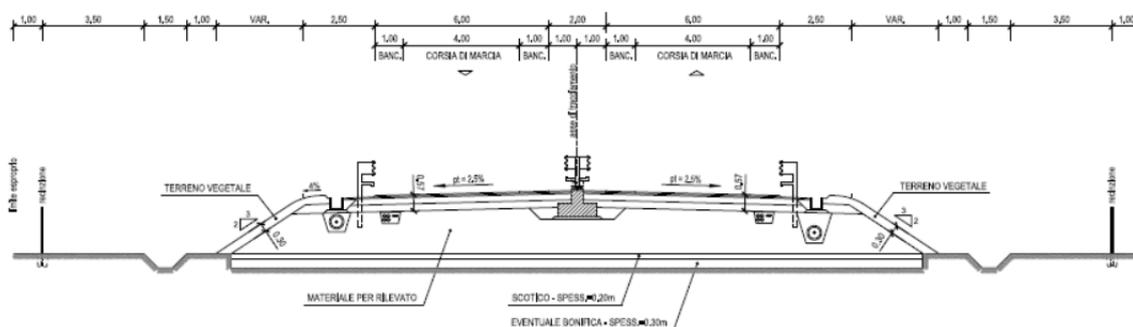


Figura 9 – Sezione tipo bidirezionale

3 SVINCOLO DI PEDEMONTE

Lo svincolo di Pedemonte è stato progettato in un'area che ha diversi vincoli a partire dalla presenza del fiume Astico e dalla morfologia della valle. La configurazione dello svincolo è stata, per quanto possibile, compattata per limitare il consumo di suolo. L'opera principale dello svincolo è il viadotto Molino che si sviluppa sull'asse principale per una lunghezza di 490.51 m sulla carreggiata nord e 489.36 m sulla carreggiata sud; la scansione delle pile tiene

conto dei vincoli al contorno: attraversamento dell’Astico, strada provinciale, strada di accesso allo svincolo.

Le rampe si sviluppano in parte in viadotto in parte in rilevato, la sezione tipologica per le rampe monodirezionali prevede una corsia di marcia da 4.0 m, banchine da 1.0 m e un arginello pari a 2.50 m metri per contenere le barriere di sicurezza, le cunette per la raccolta delle acque di piattaforma, i pali di illuminazione ed eventuali barriere fonoassorbenti.

All’interno dell’area di svincolo su un’area ad est del casello è ubicato il centro di manutenzione, in un’area ad ovest del casello è ubicato il centro servizi, l’area di servizio, l’area ecologica e l’elisuperficie.

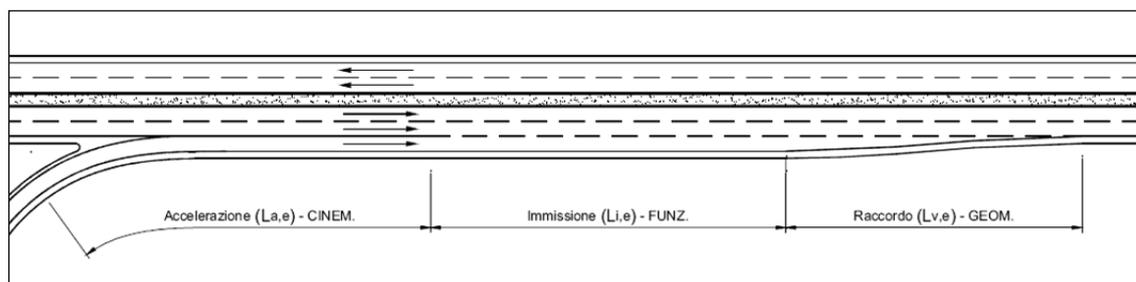
4 VERIFICHE SVINCOLI

Per la progettazione degli svincoli l’unico documento nazionale con valore prescrittivo è il Decreto Ministeriale 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, il quale ha introdotto i criteri di dimensionamento degli svincoli in funzione della tipologia di intersezione, della categoria stradale degli assi intersecanti e di altri parametri geometrici tipici della geometria stradale (raggi di curvatura, velocità di progetto, ecc.).

Nell’affrontare la progettazione di uno svincolo si pongono innanzitutto le questioni legate al dimensionamento dei tratti di rampe di accelerazione e decelerazione, sia per quanto concerne il loro sviluppo longitudinale sia per le dimensioni trasversali delle sezioni stradali, oltre alla definizione degli elementi geometrici delle rampe di svincolo.

4.1 CORSIE DI ACCELERAZIONE

Le corsie di accelerazione sono state dimensionate secondo lo schema che segue:



con:

- Tratto di accelerazione di lunghezza $L_{a,e}$ la cui lunghezza si determina in base a criteri

cinematici;

- Tratto di immissione di lunghezza $L_{i,e}$ da dimensionare secondo criteri funzionali. Gli elementi e i parametri da determinare sono in funzione della domanda di traffico riferita al periodo di punta di progetto;
- Elemento di raccordo di lunghezza $L_{v,e}$ la cui lunghezza si determina in funzione della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette. Per $V_p > 80$ km/h $L_{v,e}$ è pari a 75 m.

La lunghezza del tratto di accelerazione $L_{a,e}$ viene calcolata pertanto mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2a}$$

con:

- $L_{a,e}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- V_1 (km/h) è pari all’80% della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette. Questa velocità va determinata dal diagramma di velocità (secondo quanto riportato nel D.M. 5/11/2001);
- V_2 (km/h) è la velocità di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione della corsia di entrata (per V_2 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- a (m/s²) è l’accelerazione assunta per la manovra pari a 1.0 m/s².

Per quanto riguarda quindi il tratto di immissione sono state condotte analisi funzionali sempre con riferimento alle indicazioni previste nel D.M. 19/04/2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.

L’infrastruttura in progetto è caratterizzata da una sezione tipo A autostradale extraurbana per la quale la normativa impone un livello di servizio (in seguito LOS) non inferiore a “B” per i tronchi stradali, mentre per le rampe di immissione prescrive che il livello di servizio non dovrà essere inferiore a quello delle strade confluenti. Il calcolo dei livelli di servizio è stato eseguito applicando le procedure definite dal manuale della capacità HCM 2000 e mediante l’utilizzo del software HCS-2000 che ne implementa le procedure. Le verifiche sono state eseguite con riferimento all’anno 2025 (definito come orizzonte di medio termine), nell’ora di punta della giornata feriale sulla base dei dati di traffico derivati dalle analisi trasportistiche contenute studio del traffico elaborato dal MIT-DGVCA e forniti dal committente. Nell’elaborato “Relazione studio trasportistico” vengono illustrati in dettaglio i criteri metodologici e i parametri adottati per il calcolo. Mentre di seguito si riportano i livelli di servizio calcolati sulle corsie delle rampe di accelerazione dell’infrastruttura di progetto suddivisa per direzione di marcia.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Tabella 21: scenario di progetto 2025 entrata in esercizio – livelli di servizio corsie di accelerazione

Corsia di accelerazione	Densità (pc/km/ln)	LOS
Piovene Rocchette – ingresso sulla A31 verso Nord	8.4	B
Piovene Rocchette – ingresso sulla A31 verso Sud	11.1	B
Cogollo – ingresso sulla A31 verso Nord	7.6	B
Cogollo – ingresso sulla A31 verso Sud	7.2	B
Pedemonte – ingresso sulla A31 verso Nord	7.3	B
Pedemonte – ingresso sulla A31 verso Sud	6.6	B

Le verifiche funzionali hanno dimostrato che il progetto per le rampe di immissione ottempera alle indicazioni D.M. 19/04/2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.

Di seguito si riportano i risultati dei dimensionamenti che tengono conto delle condizioni di vincolo al contorno:

SVINCOLO DI PIOVENE ROCCHETTE	
Rampa di accelerazione da Piovene Rocchette	
V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	100
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	98
V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	55
a Accelerazione [m/s ²]	1
Tronco di accelerazione [m]	130.21
Tronco di immissione [m]	26
Tronco di raccordo [m]	75
Totale lunghezza rampa di accelerazione [m]	231.21

SVINCOLO DI COGOLLO DEL CENGIO	
Rampa di accelerazione verso Sud	
V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	140
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	180

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	70
a Accelerazione [m/s ²]	1
Tronco di accelerazione [m]	295
Tronco di immissione [m]	50
Tronco di raccordo [m]	75
Totale lunghezza rampa di accelerazione [m]	420

SVINCOLO DI COGOLLO DEL CENGIO	
Rampa di accelerazione verso Nord	
V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	140
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	180
V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	70
a Accelerazione [m/s ²]	1
Tronco di accelerazione [m]	295
Tronco di immissione [m]	50
Tronco di raccordo [m]	75
Totale lunghezza rampa di accelerazione [m]	420

SVINCOLO DI PEDEMONTE	
Rampa di accelerazione verso Sud	
V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	140
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	145
V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	65
a Accelerazione [m/s ²]	1
Tronco di accelerazione [m]	320.95
Tronco di immissione [m]	25
Tronco di raccordo [m]	75
Totale lunghezza rampa di accelerazione [m]	420.90

SVINCOLO DI PEDEMONTE	
Rampa di accelerazione verso Nord	

V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	140
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	98
V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	55
a Accelerazione [m/s ²]	1
Tronco di accelerazione [m]	367.25
Tronco di immissione [m]	25
Tronco di raccordo [m]	75
Totale lunghezza rampa di accelerazione [m]	467

4.2 CORSIE DI DECELERAZIONE

La lunghezza del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ deve essere correlata alla diminuzione di velocità longitudinale tra quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita e quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa.

La lunghezza del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ viene calcolata pertanto mediante la seguente espressione:

$$L_{d,u} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2a}$$

dove:

$L_{d,u}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;

V_1 (km/h) è la velocità di progetto del tratto di strada da cui provengono i veicoli in uscita, determinata dal diagramma di velocità secondo quanto riportato nel D.M. 5/11/2001);

V_2 (km/h) è la velocità di uscita dal tronco di decelerazione (per V_2 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di uscita);

a (m/s²) è la decelerazione assunta per la manovra, per strade di tipo A pari a 3 m/s².

SVINCOLO DI PIOVENE ROCCHETTE	
Rampa di decelerazione vero Piovene Rocchette	
V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	120
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	98
V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	55
decelerazione [m/s ²]	3

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Tronco di decelerazione [m]	146.28
Tronco di raccordo [m]	90
Totale lunghezza rampa di accelerazione [m]	191.30

La rampa di decelerazione è stata allungata rispetto ai minimi calcolati per non interferire con la pila esistente nel calcolo della verifica di cambio corsia.

E' stato comunque necessario sulla stessa pista modulare la larghezza dell'arginello, portato a 1.75 m, per garantire il corretto funzionamento della barriera.

Di seguito si riportano i valori di base e i risultati di calcolo per lo svincolo di Cogollo del Cengio e Pedemonte

SVINCOLO DI COGOLLO DEL CENGIO	
Rampa di decelerazione verso Sud	
V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	140
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	180
V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	70
a decelerazione [m/s ²]	3
Tronco di manovra LM [m]	90
Tronco di decelerazione [m]	189
Totale lunghezza rampa di decelerazione [m]	234
SVINCOLO DI COGOLLO DEL CENGIO	
Rampa di decelerazione verso Nord	
V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	140
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	180
V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	70
a decelerazione [m/s ²]	3
Tronco di manovra LM [m]	90
Tronco di decelerazione [m]	189
Totale lunghezza rampa di decelerazione [m]	234
SVINCOLO DI PEDEMONTE	
Rampa di decelerazione carr Nord	

V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	140
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	86
V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	52
a decelerazione [m/s ²]	3
Tronco di manovra LM [m]	90
Tronco di decelerazione [m]	217.28
Totale lunghezza rampa di decelerazione [m]	262.30
SVINCOLO DI PEDEMONTE	
Rampa di decelerazione carr Sud	
V1 Velocità di progetto Asse principale [km/h]	140
Raggio minimo rampe di svincolo [m]	90
V2 Velocità di progetto rampa [km/h]	53
a decelerazione [m/s ²]	3
Tronco di manovra LM [m]	90
Tronco di decelerazione [m]	215.93
Totale lunghezza rampa di decelerazione [m]	260.90

4.3 DIMENSIONAMENTO DEI PRINCIPALI ELEMENTI GEOMETRICI SVINCOLO DI COGOLLO

Di seguito si riporta lo schema dello svincolo a livelli sfalsati che riporta la numerazione degli assi.

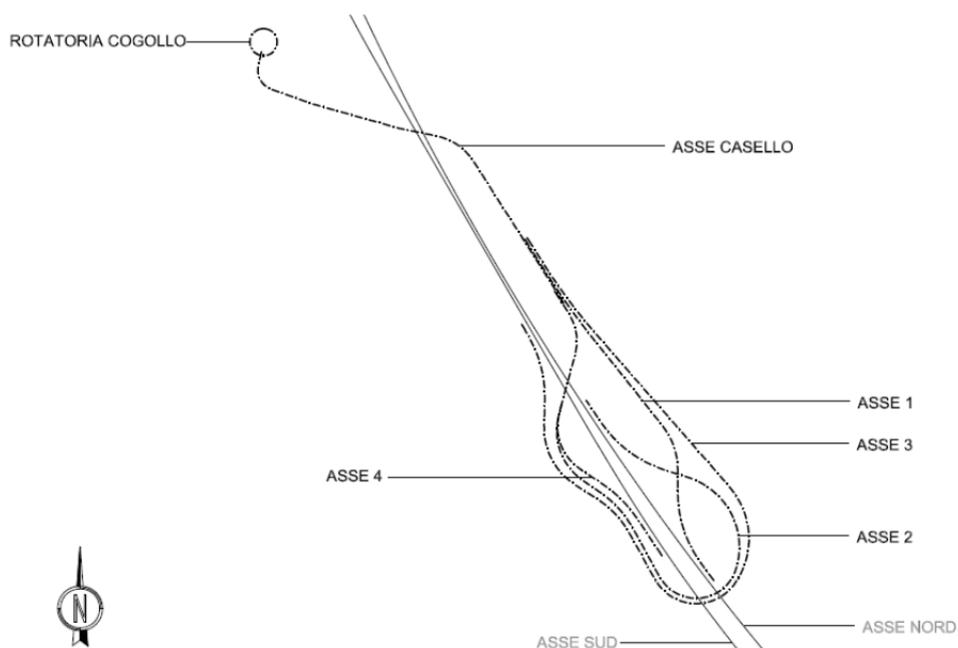


Figura 10 – Schema assi di svincolo

- Asse 1: rampa di uscita asse nord
- Asse 2: rampa entrata da Cogollo del Cengio verso nord
- Asse 3: rampa di uscita asse sud
- Asse 4: rampa entrata da Cogollo del Cengio verso sud

Gli assi sono stati verificati singolarmente, si riporta di seguito una tabella contenete i valori significativi dell'andamento planimetrico e altimetrico:

Tabella 22: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 1

Rampa 1 – curve circolari e clotoidi						
Curva n.	Raggio m	Sviluppo m	V_P	Clotoidi		
			[km/h]	Aprec	Asucc	A1/A2
1	180	76.47	70	91.10	83	1.09
2	100	34.66	56	56	59	0.94
3	1150	-	-	-	-	-

Rampa 1 - rettifili				
Rettifilo n.	Sviluppo m	V_P	L_{min} m	L_{max} m
		[km/h]		
1	143.68	80	90	488

Tabella 23: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 2

Rampa 2 – curve circolari e clotoidi							
Curva n.	Raggio m	Sviluppo m	V _p	Clotoidi			
			[km/h]	Aprec	Asucc	R1/3<A<R2 cont	A1/A2
1	90	80.46	54	33	29.13		1.13
2	146.60	31.42	65	35	41.50		0.84
3	62	124.85	46	40	40		1
3-4	62 110			40		x	
4	110	155.11	58	40	58.50		0.68
5	180	82.58	70	82.90	89.90		0.92

Rampa 2 - rettifili				
Rettifilo n.	Sviluppo m	V _p [km/h]	L _{min} m	L _{max} m
1	52.59	60	50	366.66

Tabella 24: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 3

Rampa 3 – curve circolari e clotoidi							
Curva n.	Raggio m	Sviluppo m	V _p	Clotoidi			
			[km/h]	Aprec	Asucc	R1/3<A<R2 cont	A1/A2
1	180	59.69	70	89.80	82.90		1.08
2	100	65.84	56	60	65		0.92
3	137	30.63	64	71	76		1.07
4	70	121.47	48	43.81	47.00		1.07
4 - 5	70 118				47.00	X	
5	118	130.45	60	47	70		0.67
6	900	124.15	-	-	-		-

Rampa 3 - rettifili				
Rettifilo n.	Sviluppo m	V _p [km/h]	L _{min} m	L _{max} m
1	45.98	50	40	305.55
2	277.21	70	65	427.77

Tabella 25: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 4

Rampa 4 – curve circolari e clotoidi							
Curva n.	Raggio m	Sviluppo m	V _p [km/h]	Clotoidi			
				Aprec	Asucc	R1/3<A<R2 cont	A1/A2
1	75	32.58	50	47.00	47.00		1.00
2	75	58.50	50	47.00	56.00		1.19
3	180	30.83	70	83.00	93.50		1.12

Rampa 4 - rettifili				
Rettifilo n.	Sviluppo m	V _p [km/h]	L _{min} m	L _{max} m
1	64.80	50	40	440

Di seguito si riporta anche la tabella degli elementi significativi relativi all'andamento altimetrico.

Tabella 26: Elementi geometrici delle rampe – altimetria

Rampa 1 – andamento altimetrico				
N.	Tipologia	i1 [%]	i2 [%]	R [m]
1	Convesso	-2.098	-2.232	11.124
2	Convesso	-2.232	-5.796	2800
3	Concavo	-5.796	5.00	1000
4	Convesso	5.00	0.50	2800

Rampa 2 – andamento altimetrico				
N.	Tipologia	i1 [%]	i2 [%]	R [m]
1	Convesso	-2.31	-5.2	2263.02
2	Concavo	-5.2	-3.00	1220.70
3	Concavo	-3.00	5.94	1000
4	Convesso	5.94	-1.6	1500
5	Convesso	-1.6	-6.0	2000
6	Concavo	-6.0	-0.92	1400
7	Convesso	-0.92	1.85	10868.3

Rampa 3 – andamento altimetrico				
N.	Tipologia	i1 [%]	i2 [%]	R [m]
1	Convesso	0.70	0.50	12000
2	Concavo	0.50	3.0	1500
3	Convesso	3.0	-0.50	2800
4	Concavo	-0.50	6.98	899.25
5	Convesso	6.98	6.65	4851.18
6	Convesso	6.65	5.48	1604.12
7	Convesso	5.48	-1.40	1911.77
8	Convesso	-1.40	-5.00	2000
9	Concavo	-5.00	0.50	2500
10	Concavo	0.50	4.00	1400
11	Convesso	4.00	0.51	2800

Rampa 4 – andamento altimetrico				
N.	Tipologia	i1 [%]	i2 [%]	R [m]
1	Convesso	-0.5	-1.77	4000
2	Convesso	-1.77	-6.35	1500
3	Concavo	-6.35	2.21	1400
4	Convesso	2.21	1.38	2800
5	Concavo	1.38	1.85	6689.16

Sulle rampe è stato necessario prevedere allargamenti come di seguito riportato:

Asse 1 : allargamento in destra 2.78 m in corrispondenza della curva da 180 m, e allargamento in sinistra in corrispondenza della curva da 100 m.

Asse 2 : allargamento in destra 2.65 m in corrispondenza della curva da 146.60 m e 2.78 in corrispondenza della curva da 180 m; allargamento in sinistra 1.70 m in corrispondenza della curva da 90 m, 0.95 m in corrispondenza della curva da 62 m e 1.98 m in corrispondenza della curva da 110 m.

Asse 3 : allargamento in destra 2.76 m in corrispondenza della curva da 180.00 m e 2.40 in corrispondenza della curva da 137 m; allargamento in sinistra 1.85 m in corrispondenza della

curva da 100 m, allargamento di 0.95 m in corrispondenza della curva da 70 m e allargamento di 2.25 m in corrispondenza della curva da 118 m.

Asse 4 : allargamento in destra 1.25 m in corrispondenza della curva da 75.00 m e 2.16 in corrispondenza della curva da 180 m; allargamento in sinistra 1.20 m in corrispondenza della curva da 75 m.

Asse 5 : allargamento in destra 1.45 m in corrispondenza della curva da 82.00 m e allargamento in sinistra 1.00 m in corrispondenza della curva da 82 m.

Le rotatorie sono state progettate e verificate secondo quanto riportato nel D.M. 16/04/2006 recante le “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, che oltre a normare le dimensioni dei singoli elementi dà i criteri per la corretta geometrizzazione.

4.1 ROTATORIA DI SVINCOLO DI COGOLLO DEL CENGIO: VERIFICHE

Le verifiche di Capacità e il calcolo dei livelli di servizio della rotatoria di Cogollo, nella configurazione post intervento sono stati condotti mediante l’ausilio delle procedure definite dal Manuale della capacità (Highway Capacity Manual 2000) e dal software che ne implementa le procedure (SIDRA INTERSECTIONS¹). Il Livello di Servizio corrisponde ad una misura delle condizioni operative dell’intersezione ed indica, nella pratica, l’insieme di vari parametri oggettivi di circolazione e di funzionamento dell’insieme strada-veicolo così come vengono percepiti dall’utente.

L’H.C.M. (versione 6 – 2016) contraddistingue il LOS in 6 classi indicati da una lettera dell’alfabeto (da “A” a “F”) in funzione uno specifico intervallo del tempo di ritardo (H.C.M. tab. 22-8).

Control Delay (s/veh)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio ^a	
	v/c ≤ 1.0	v/c > 1.0
0–10	A	F
>10–15	B	F
>15–25	C	F
>25–35	D	F
>35–50	E	F
>50	F	F

Note: ^a For approaches and intersectionwide assessment, LOS is defined solely by control delay.

Exhibit 22-8
LOS Criteria: Motorized
Vehicle Mode

¹ Tra i modelli implementati dai software si è fatto riferimento alla teoria del Gap Acceptance (H.C.M 2000) e alle modificazioni introdotte da Akcelik e Troutbeck in ordine al calcolo della capacità, del tempo del ritardo e dei livelli di servizio.

La verifica funzionale è stata quindi sviluppata calcolando il tempo di ritardo medio di controllo per ciascun ramo e per l'intero nodo. Inoltre, per una completa verifica di capacità, è stato calcolato il grado di congestione e la lunghezza media delle code.

La rotatoria presenta una forma circolare con le seguenti caratteristiche geometriche:

- 4 rami di ingresso;
- 4 rami di uscita;
- diametro esterno pari a circa 48 m;
- diametro isola interna pari a 30 m;
- corona circolare non sormontabile di larghezza pari 9 m.

Nello scenario di progetto 2025, durante l'ora punta di massimo, il tempo di ritardo medio di controllo per la rotatoria sarà pari circa 6 secondi/veicolo (in seguito s/veh) ed un grado di saturazione massimo pari a 0.24 cui compete un livello di servizio complessivo medio pari a "A" (Tabella 27)..

Per quanto attiene ai singoli rami della rotatoria, la corrente veicolare che presenta il maggior ritardo sarà quella proveniente dalla SS 350 (est), con un ritardo di circa 6.3 s/veh, un grado di saturazione pari a 0.24 ed un livello di servizio pari a "A" (Tabella 27).

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, Figura 12, Figura 13, Figura 14 si riportano i principali indicatori di prestazione, per ogni corrente veicolare, con particolare riferimento al L.d.S., che, nel rispetto della normativa vigente, risulta corrispondente a condizioni ottimali, di scarsa congestione e limitati accodamenti sia come valore medio sia come valore specifico di ogni manovra.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

MOVEMENT SUMMARY

Site: Cogollo

nuova rotonda Cogollo
Roundabout

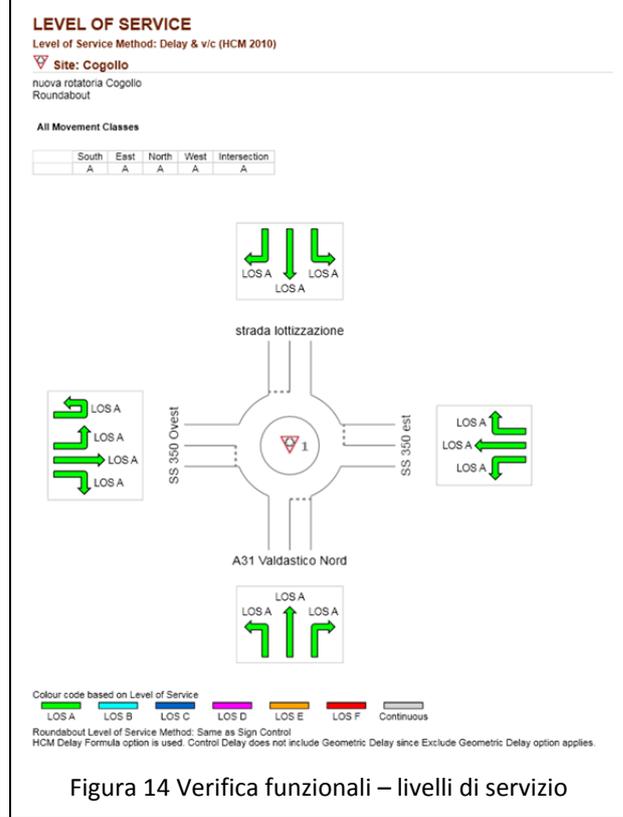
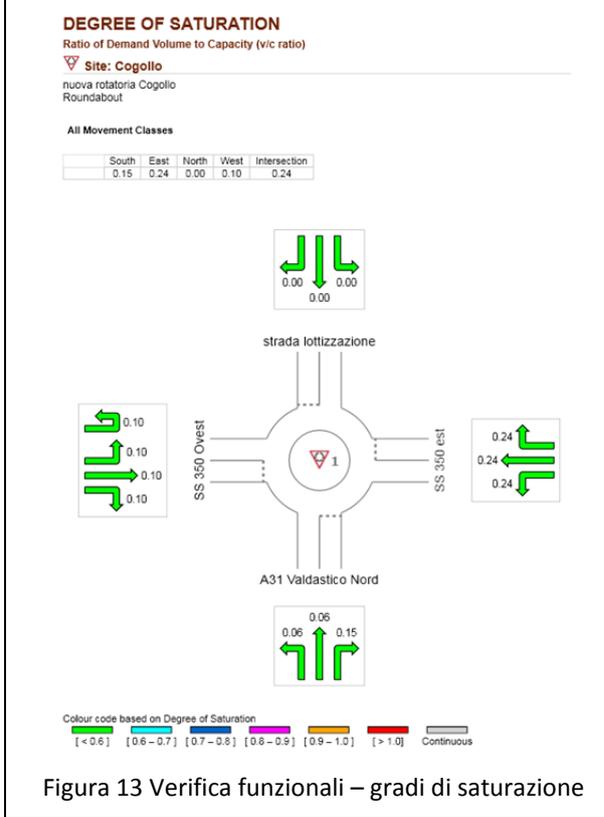
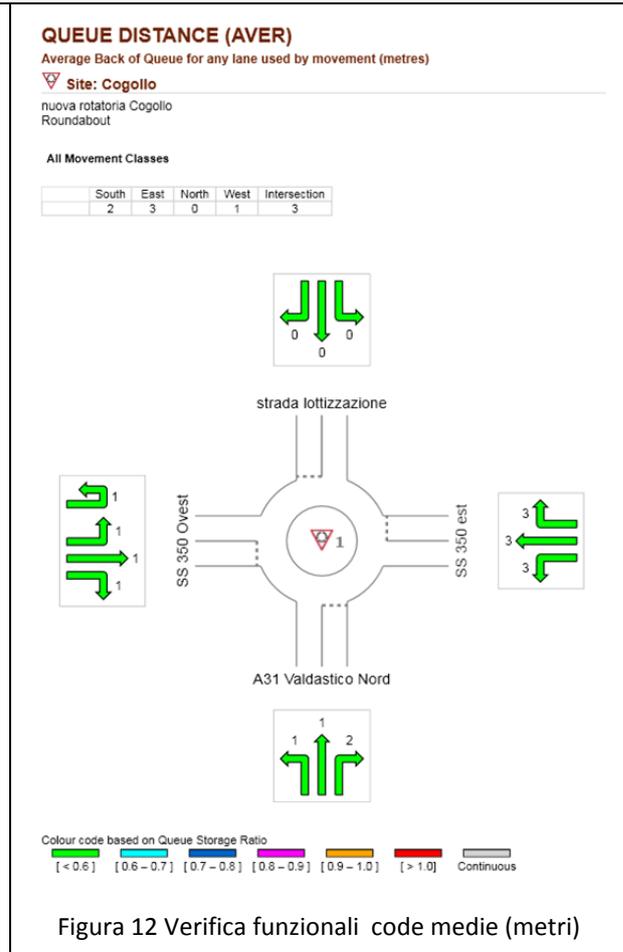
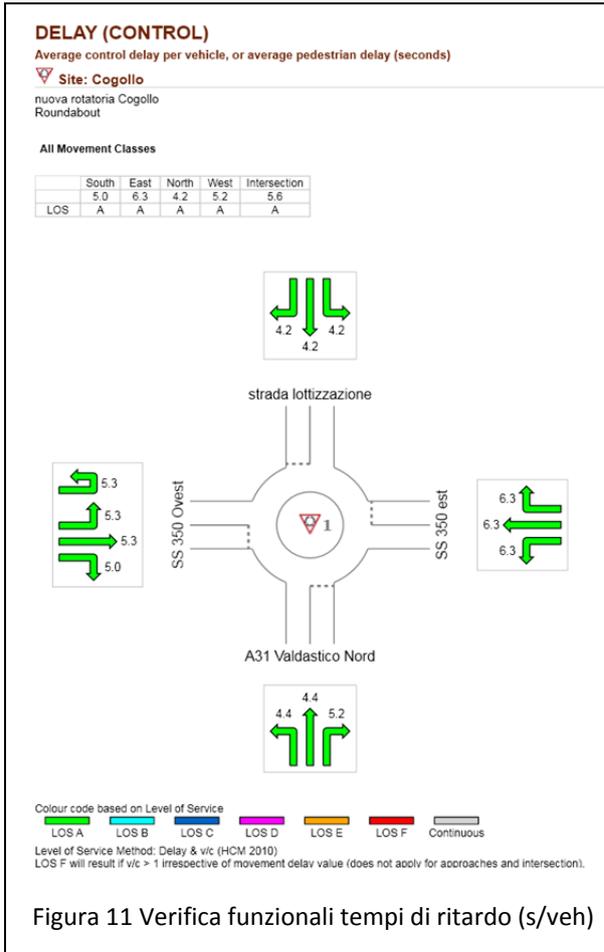
Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	OD Mov	Demand Total veh/h	Flows HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: A31 Valdastico Nord											
3	L2	58	13.0	0.063	4.4	LOS A	0.2	1.7	0.17	0.07	24.9
8	T1	1	13.0	0.063	4.4	LOS A	0.2	1.7	0.17	0.07	33.7
18	R2	136	13.0	0.145	5.2	LOS A	0.5	4.1	0.16	0.08	25.7
Approach		195	13.0	0.145	5.0	LOS A	0.5	4.1	0.17	0.08	25.4
East: SS 350 est											
1	L2	164	13.0	0.240	6.3	LOS A	0.9	7.5	0.21	0.10	24.5
6	T1	1	13.0	0.240	6.3	LOS A	0.9	7.5	0.21	0.10	17.9
16	R2	58	13.0	0.240	6.3	LOS A	0.9	7.5	0.21	0.10	27.4
Approach		223	13.0	0.240	6.3	LOS A	0.9	7.5	0.21	0.10	25.2
North: strada lottizzazione											
7	L2	1	0.0	0.004	4.2	LOS A	0.0	0.1	0.34	0.17	26.8
4	T1	1	0.0	0.004	4.2	LOS A	0.0	0.1	0.34	0.17	38.9
14	R2	1	0.0	0.004	4.2	LOS A	0.0	0.1	0.34	0.17	27.4
Approach		3	0.0	0.004	4.2	LOS A	0.0	0.1	0.34	0.17	31.0
West: SS 350 Ovest											
5u	U	5	13.0	0.102	5.3	LOS A	0.3	2.7	0.31	0.20	18.8
5	L2	1	13.0	0.102	5.3	LOS A	0.3	2.7	0.31	0.20	26.0
2	T1	51	13.0	0.102	5.3	LOS A	0.3	2.7	0.31	0.20	19.7
12	R2	43	13.0	0.102	5.0	LOS A	0.3	2.7	0.30	0.18	31.6
Approach		101	13.0	0.102	5.2	LOS A	0.3	2.7	0.30	0.19	25.0
All Vehicles		522	12.9	0.240	5.6	LOS A	0.9	7.5	0.21	0.11	25.3

Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010).

Roundabout LOS Method: Same as Sign Control.

Tabella 27: scenario programmatico 2025 – giorno medio annuo: Verifica funzionali - riassunto indicatori

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO



Si è anche verificato il corretto dimensionamento delle rotatorie in funzione della corretta deviazione delle traiettorie in attraversamento alla rotatoria e la verifica di visibilità, come impone il decreto.

Per quanto riguarda il primo punto è necessario verificare che il valore dell’angolo di deviazione, indicato in figura, sia maggiore di 45° per assicurarsi che sia impedito l’attraversamento di un’intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata.

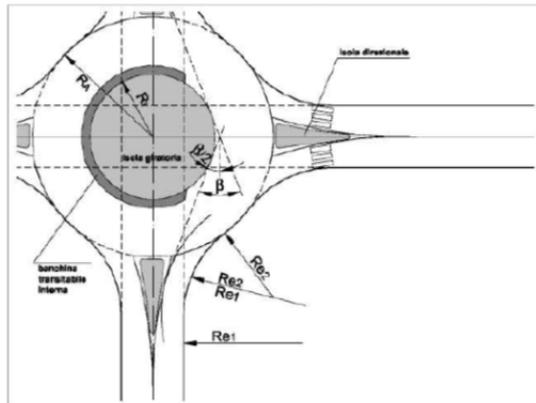


Figura 15 –Schema verifiche angolo di deviazione

Tale condizione è soddisfatta per tutte le rotatorie presenti nello stralcio.

Per le verifiche di visibilità il D.M. impone che negli incroci a rotatoria, i conducenti che si avvicinano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l’anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi. A tal fine si è verificato che il conducente abbia una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell’intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella figura seguente.

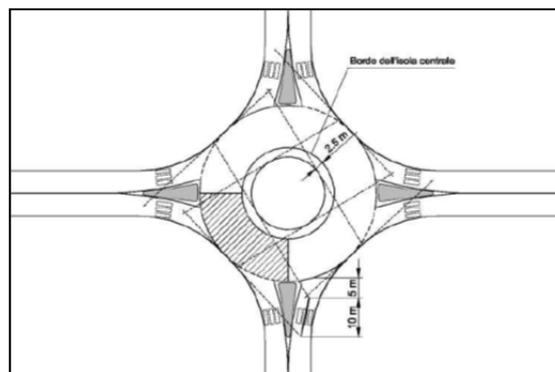


Figura 16 –Schema verifiche visibilità



Figura 17 –Schema di verifica visibilità rotatoria di progetto

4.2 DIMENSIONAMENTO DEI PRINCIPALI ELEMENTI GEOMETRICI - SVINCOLO DI PEDEMONTE

Di seguito si riporta lo schema dello svincolo a livelli sfalsati che riporta la numerazione degli assi.3

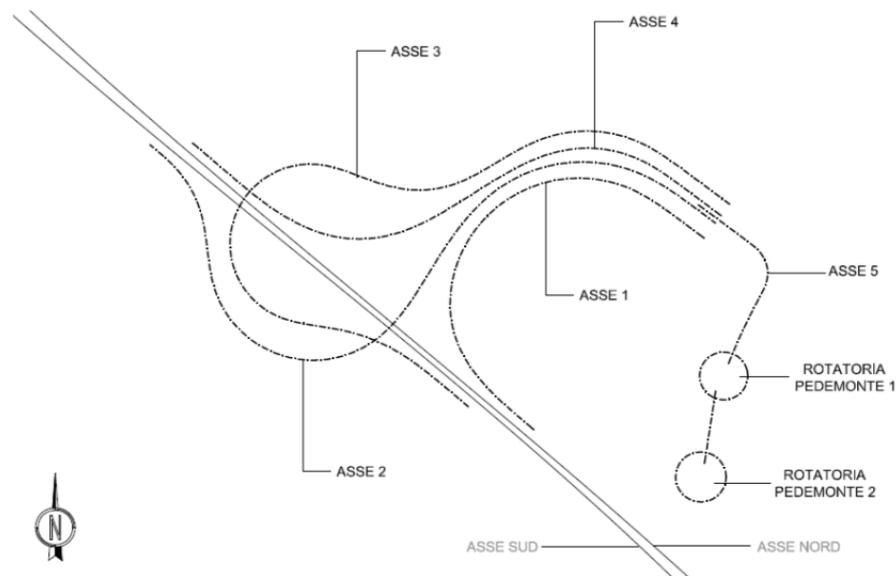


Figura 18 – Schema assi di svincolo

- Asse 1: rampa di uscita asse nord
- Asse 2: rampa di uscita asse sud
- Asse 3: rampa entrata asse sud
- Asse 4: rampa entrata asse nord

Gli assi sono stati verificati singolarmente, si riporta di seguito una tabella contenete i valori significativi dell'andamento planimetrico e altimetrico:

Tabella 28: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 1

Rampa 1 – curve circolari e clotoidi						
Curva n.	Raggio m	Sviluppo m	V _P [km/h]	Clotoidi		
				A _{prec}	A _{succ}	A1/A2
1entr	86	38.08	53	84	66	1.27
1-2	88 102			66		Continuità ok
2	102	189.81	56	66	86	0.76

Tabella 29: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 2

Rampa 2 – curve circolari e clotoidi						
Curva n.	Raggio m	Sviluppo m	V _P [km/h]	Clotoidi		
				A _{prec}	A _{succ}	A1/A2
1	90	37.10	54	53	53	1
2	74	136.34	50	51	51	1
3	115	122.42	59	76.50	76.00	1

Rampa 2 - rettilifi				
Rettifilo n.	Sviluppo m	V _P [km/h]	L _{min} m	L _{max} m
1	73.94	55	40	1210

Tabella 30: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 3

Rampa 3 – curve circolari e clotoidi						
Curva n.	Raggio m	Sviluppo m	V _P [km/h]	Clotoidi		
				A _{prec}	A _{succ}	A1/A2
1	102	78.65	51	66	66	1
2	86	40.46	53	57	57	1
3	63.50	181.45	44.50	44.50	44.50	1
4	145.00	40.31	59.20	59.20	88.75	0.66

Tabella 31: Elementi geometrici delle rampe – el. Planimetrici asse 4

Rampa 4 – curve circolari e clotoidi						
Curva n.	Raggio m	Sviluppo m	V _p	Clotoidi		
			[km/h]	Aprec	Asucc	A1/A2
1	99	62.28	56	64	85	0.75
2	99	41.05	56	85	98	0.86

Rampa 4 - rettilifi			
Rettifilo n.	Sviluppo m	V _p [km/h]	L _{fiesso} m
1	12.67	86	L<13.6

Di seguito si riporta anche la tabella degli elementi significativi relativi all'andamento altimetrico.

Tabella 32: Elementi geometrici delle rampe – altimetria

Rampa 1 – andamento altimetrico				
N.	Tipologia	i1 [%]	i2 [%]	R [m]
1	Concavo	2.197	2.477	18889.99
2	Convesso	2.477	-7.944	1600
3	Concavo	-7.944	0	500

Rampa 2 – andamento altimetrico				
N.	Tipologia	i1 [%]	i2 [%]	R [m]
1	Concavo	-2.364	-1.719	5730
2	Convesso	-1.719	-7.533	1650
3	Concavo	-7.533	-0.10	750
4	Convesso	-0.10	-7.018	1900
5	Concavo	-7.018	0.00	580

Rampa 3 – andamento altimetrico				
N.	Tipologia	i1 [%]	i2 [%]	R [m]
1	Concavo	0	5.623	500
2	Convesso	5.623	0.50	2800
3	Concavo	0.50	5.00	1000
4	Convesso	5.00	-1.947	2400
5	Convesso	-1.947	-2.401	15300

Rampa 4 – andamento altimetrico				
N.	Tipologia	i1 [%]	i2 [%]	R [m]
1	Concavo	0	5.918	530
2	Convesso	5.918	2.468	1750
3	Convesso	2.468	2.161	30770

Sulle rampe è stato necessario prevedere allargamenti come di seguito riportato:

Asse 1: allargamento in destra 3.55 m in corrispondenza della curva da 102 m.

Asse 2: allargamento in destra 2.45 m in corrispondenza della curva da 90 m e 2.56 in corrispondenza della curva da 115 m; allargamento in sinistra 2.75 m in corrispondenza della curva da 74 m.

Asse 3: allargamento in destra 1.91 m in corrispondenza della curva da 86.00 m e 2.39 in corrispondenza della curva da 145 m; allargamento in sinistra 1.72 m in corrispondenza della curva da 102 m, allargamento di 1.55 m in corrispondenza della curva da 63.50 m.

Asse 4: allargamento in destra 1.63 m in corrispondenza della curva da 99.00 m e allargamento in sinistra 1.40 m in corrispondenza della curva da 99 m.

4.3 ROTATORIA DI PEDEMONTE IN INGRESSO/USCITA: VERIFICHE

La rotatoria presenta una forma circolare con le seguenti caratteristiche geometriche:

- 5 rami di ingresso;
- 5 rami di uscita;
- diametro esterno pari a circa 38 m;
- diametro isola interna pari a 20 m;
- corona circolare non sormontabile di larghezza pari 6 m.

Nello scenario di progetto 2025, durante l'ora punta di massimo, il tempo di ritardo medio di controllo per la rotatoria sarà pari circa 6 secondi/veicolo (in seguito s/veh) ed un grado di saturazione massimo pari a 0.21 cui compete un livello di servizio complessivo medio pari a "A" (Tabella 33).

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

MOVEMENT SUMMARY

Site: **rotatoria casello Pedemonte**

progetto 2025
Roundabout

Movement Performance - Vehicles												
Mov ID	OD Mov	Total veh/h	Demand Flows HV %	Deg. Satn vic	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h	
South: dal per SS350												
3	L2	11	11.0	0.173	5.3	LOS A	0.6	5.1	0.12	0.04	54.6	
6	T1	149	11.0	0.173	5.3	LOS A	0.6	5.1	0.12	0.04	55.0	
18a	R1	5	11.0	0.173	5.3	LOS A	0.6	5.1	0.12	0.04	54.6	
18	R2	5	11.0	0.173	5.3	LOS A	0.6	5.1	0.12	0.04	53.6	
Approach		171	11.0	0.173	5.3	LOS A	0.6	5.1	0.12	0.04	54.9	
East: est												
1	L2	5	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.17	55.4	
6	T1	5	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.17	55.6	
16	R2	5	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.17	54.3	
16b	R3	5	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.17	53.8	
Approach		22	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.17	54.7	
NorthEast: NE												
1bx	L3	5	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.18	55.0	
1ax	L1	5	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.18	54.1	
16ax	R1	5	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.18	54.3	
16bx	R3	5	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.18	53.0	
Approach		22	1.0	0.024	4.2	LOS A	0.1	0.6	0.30	0.18	54.1	
North: Casello												
7b	L3	1	11.0	0.210	5.7	LOS A	0.8	6.5	0.14	0.05	54.9	
7	L2	1	11.0	0.210	5.7	LOS A	0.8	6.5	0.14	0.05	54.4	
4	T1	191	11.0	0.210	5.7	LOS A	0.8	6.5	0.14	0.05	54.8	
14	R2	12	11.0	0.210	5.7	LOS A	0.8	6.5	0.14	0.05	53.4	
Approach		205	11.0	0.210	5.7	LOS A	0.8	6.5	0.14	0.05	54.7	
West: parcheggio												
5	L2	11	11.0	0.042	4.9	LOS A	0.1	1.1	0.33	0.21	53.6	
5a	L1	5	11.0	0.042	4.9	LOS A	0.1	1.1	0.33	0.21	53.2	
2	T1	5	11.0	0.042	4.9	LOS A	0.1	1.1	0.33	0.21	54.0	
12	R2	12	11.0	0.042	4.9	LOS A	0.1	1.1	0.33	0.21	52.7	
Approach		34	11.0	0.042	4.9	LOS A	0.1	1.1	0.33	0.21	53.3	
All Vehicles		453	10.0	0.210	5.3	LOS A	0.8	6.5	0.16	0.07	54.6	

Tabella 33: scenario programmatico 2025 – giorno medio annuo: Verifica funzionali - riassunto indicatori

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

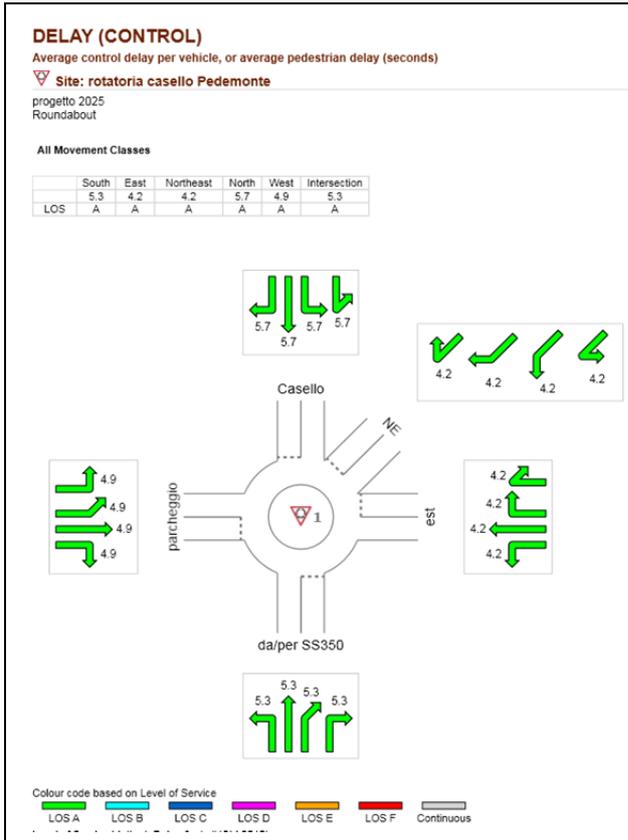


Figura 19 Verifica funzionali tempi di ritardo (s/veh)

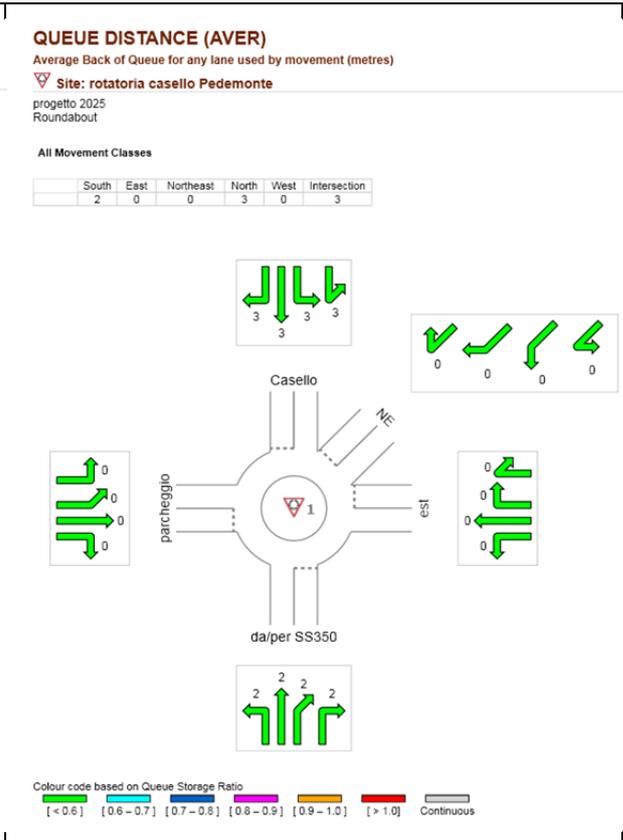


Figura 20 Verifica funzionali code medie (metri)

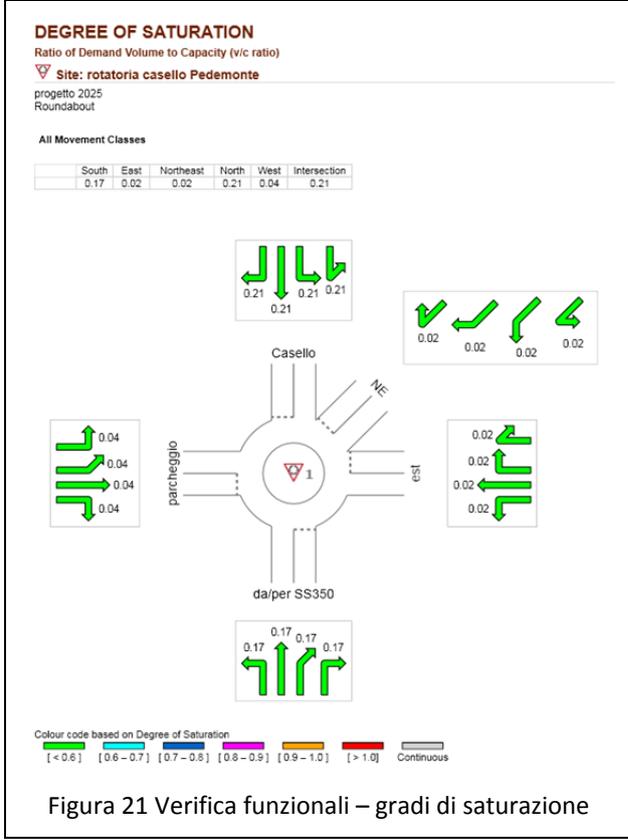


Figura 21 Verifica funzionali – gradi di saturazione

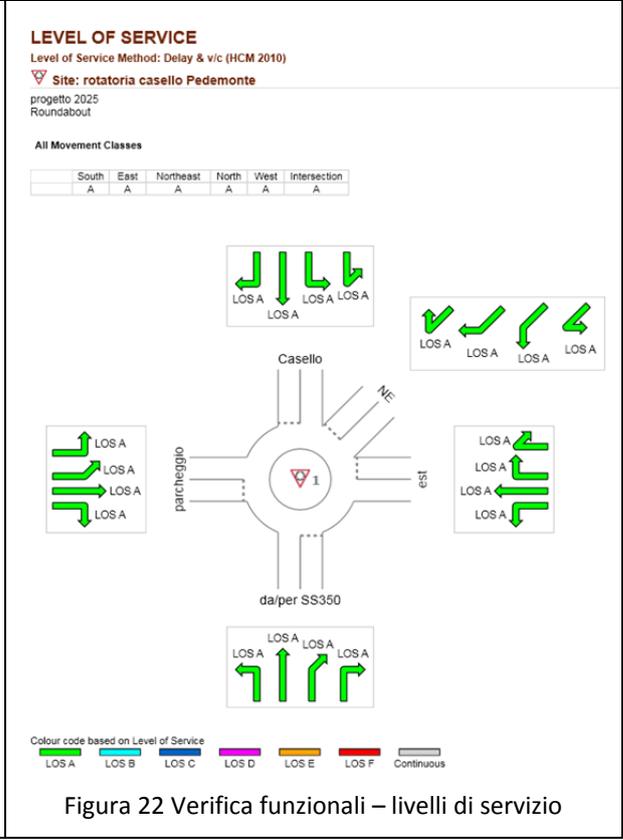


Figura 22 Verifica funzionali – livelli di servizio

Per quanto attiene ai singoli rami della rotatoria, la corrente veicolare che presenta il maggior ritardo sarà quello proveniente/diretto verso la SS 350 (est), con un ritardo di circa 5.3 s/veh, un grado di saturazione pari a 0.21 ed un livello di servizio pari a “A” (Tabella 33).

Nella Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22 si riportano i principali indicatori di prestazione, per ogni corrente veicolare, con particolare riferimento al L.d.S., che, nel rispetto della normativa vigente, risulta corrispondente a condizioni ottimali, di scarsa congestione e limitati accodamenti sia come valore medio sia come valore specifico di ogni manovra.

Si è anche verificato il corretto dimensionamento delle rotatorie in funzione della corretta deviazione delle traiettorie in attraversamento alla rotatoria e la verifica di visibilità, come impone il decreto.

Per quanto riguarda il primo punto è necessario verificare che il valore dell’angolo di deviazione, indicato in figura, sia maggiore di 45° per assicurarsi che sia impedito l’attraversamento di un’intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata.

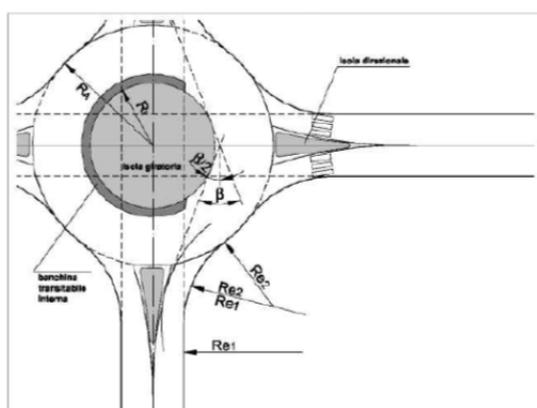


Figura 23 –Schema verifiche angolo di deviazione

Tale condizione è soddisfatta.

Per le verifiche di visibilità il D.M. impone che negli incroci a rotatoria, i conducenti che si avvicinano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l’anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi. A tal fine si è verificato che il conducente abbia una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell’intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella figura seguente.

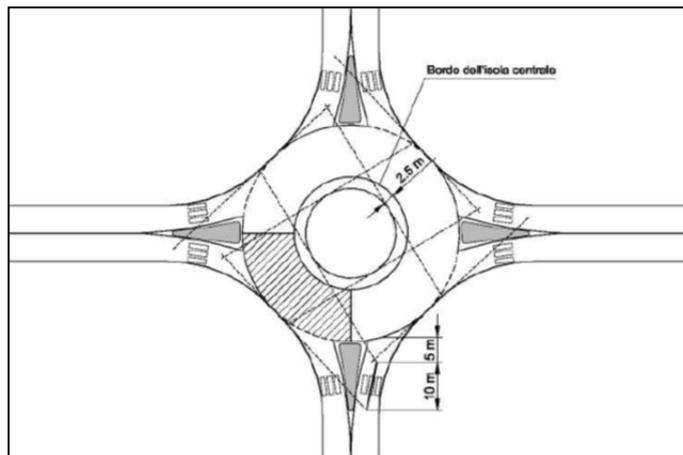


Figura 24 –Schema verifiche visibilità



Figura 25 –Schema di verifica visibilità rotatoria di progetto

La rotatoria è verificata apportando i necessari accorgimenti all'ubicazione delle barriere di sicurezza.

4.1 ROTATORIA DI PEDEMONTE SULLA SS 350: VERIFICHE

La rotatoria presenta una forma circolare con le seguenti caratteristiche geometriche:

- 3 rami di ingresso;
- 3 rami di uscita;
- diametro esterno pari a circa 35 m;
- diametro isola interna pari a 15 m;
- corona circolare non sormontabile di larghezza pari 7 m.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Nello scenario di progetto 2025, durante l’ora punta di massimo, il tempo di ritardo medio di controllo per la rotatoria sarà pari circa 6 secondi/veicolo (in seguito s/veh) ed un grado di saturazione massimo pari a 0.186 cui compete un livello di servizio complessivo medio pari a “A” (Tabella 34).

MOVEMENT SUMMARY

Site: rotatoria Pedemonte - SS 350

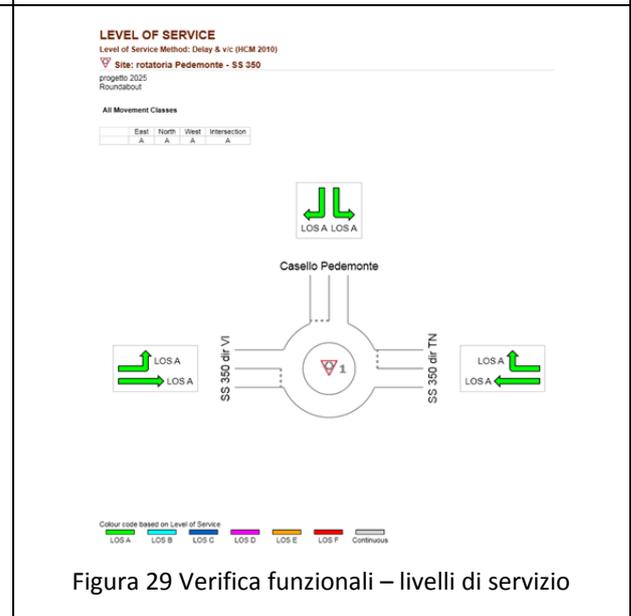
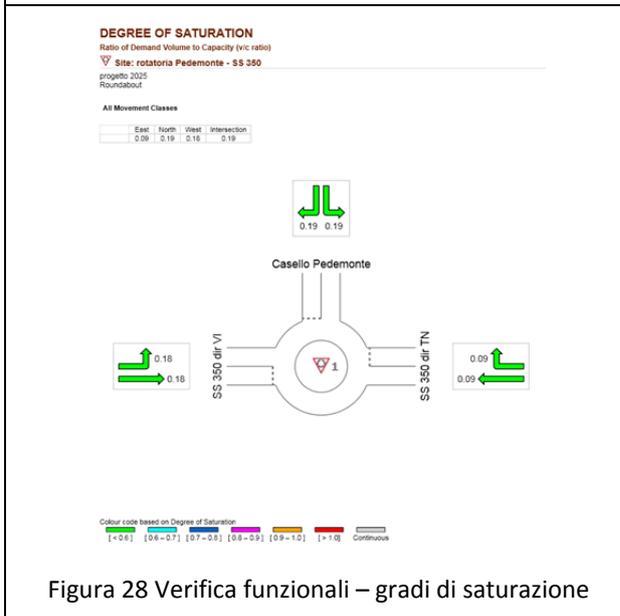
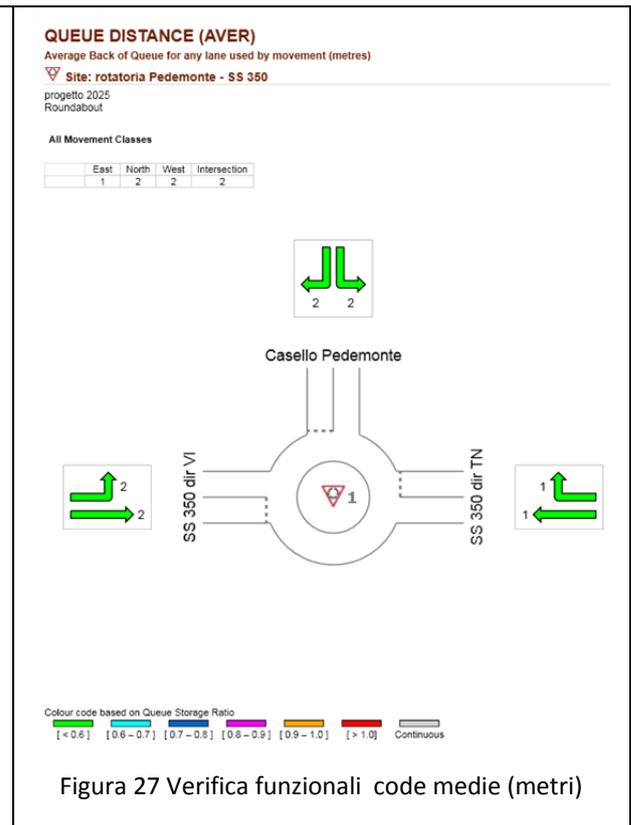
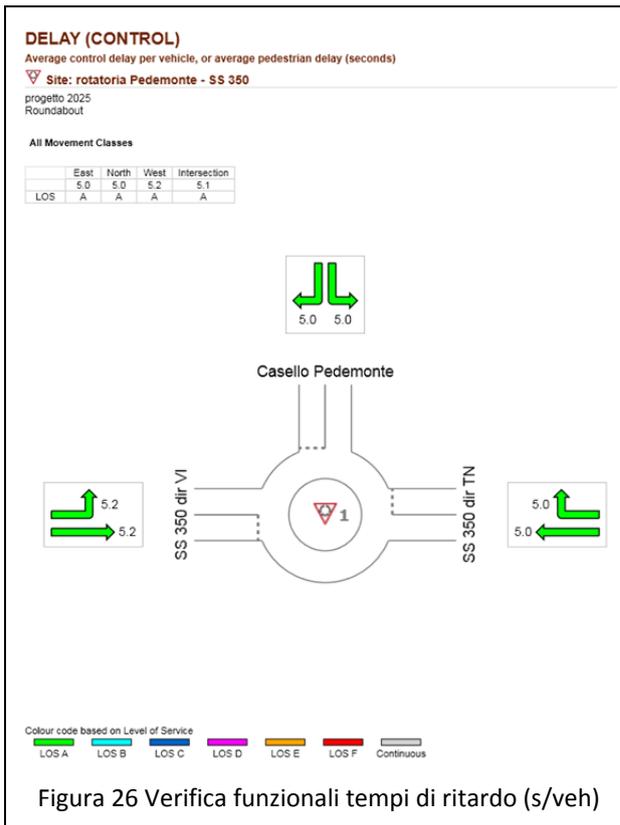
progetto 2025

Roundabout

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	OD Mov	Total veh/h	Demand Flows HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
East: SS 350 dir TN											
6	T1	3	11.0	0.093	5.0	LOS A	0.3	2.5	0.28	0.17	33.9
16	R2	77	11.0	0.093	5.0	LOS A	0.3	2.5	0.28	0.17	29.5
Approach		80	11.0	0.093	5.0	LOS A	0.3	2.5	0.28	0.17	29.7
North: Casello Pedemonte											
7	L2	61	3.0	0.186	5.0	LOS A	0.7	5.8	0.03	0.00	29.3
14	R2	142	3.0	0.186	5.0	LOS A	0.7	5.8	0.03	0.00	30.3
Approach		203	3.0	0.186	5.0	LOS A	0.7	5.8	0.03	0.00	30.0
West: SS 350 dir VI											
5	L2	157	3.0	0.180	5.2	LOS A	0.7	5.5	0.18	0.08	26.5
2	T1	29	3.0	0.180	5.2	LOS A	0.7	5.5	0.18	0.08	30.9
Approach		186	3.0	0.180	5.2	LOS A	0.7	5.5	0.18	0.08	27.3
All Vehicles		470	4.4	0.186	5.1	LOS A	0.7	5.8	0.13	0.06	28.7

Tabella 34: scenario programmatico 2025 – giorno medio annuo: Verifica funzionali - riassunto indicatori

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO



Per quanto attiene ai singoli rami della rotondatoria, la corrente veicolare che presenta il maggior ritardo sarà sulla SS 350 (direzione Vicenza), con un ritardo di circa 5.2 s/veh, un grado di saturazione pari a 0.18 ed un livello di servizio pari a “A” (Tabella 34).

Nella Figura 26, Figura 27, Figura 28, Figura 29 si riportano i principali indicatori di prestazione, per ogni corrente veicolare, con particolare riferimento al L.d.S., che, nel rispetto della normativa vigente, risulta corrispondente a condizioni ottimali, di scarsa congestione e limitati accodamenti sia come valore medio sia come valore specifico di ogni

manovra.

Si è anche verificato il corretto dimensionamento delle rotatorie in funzione della corretta deviazione delle traiettorie in attraversamento alla rotatoria e la verifica di visibilità, come impone il decreto.

Per quanto riguarda il primo punto è necessario verificare che il valore dell’angolo di deviazione, indicato in figura, sia maggiore di 45° per assicurarsi che sia impedito l’attraversamento di un’intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata.

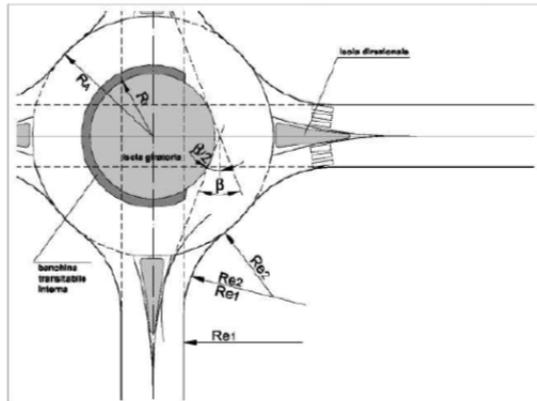


Figura 30 –Schema verifiche angolo di deviazione

Tale condizione è soddisfatta.

Per le verifiche di visibilità il D.M. impone che negli incroci a rotatoria, i conducenti che si avvicinano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l’anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi. A tal fine si è verificato che il conducente abbia una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell’intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella figura seguente.

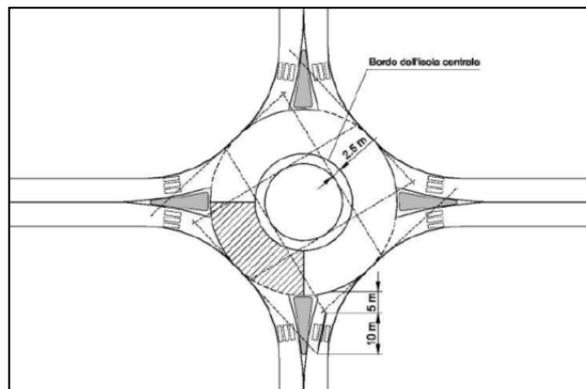


Figura 31 –Schema verifiche visibilità

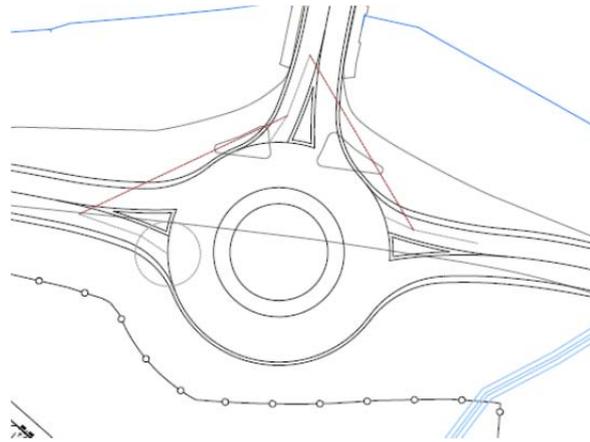


Figura 32 –Schema di verifica visibilità rotatoria di progetto

La rotatoria è verificata apportando i necessari accorgimenti all’ubicazione delle barriere di sicurezza.

5 VIABILITA’ SECONDARIA

Per l’intero collegamento è stata prevista la rimodulazione della viabilità secondaria per riconnettere il tessuto viabilistico. E’ stata quindi rivista l’intera rete delle viabilità secondarie al fine di soddisfare le esigenze del territorio.

I collegamenti sono stati progettati in funzione della tipologia di strada esistente, nel dettaglio le categorie presenti sono:

- strada di tipo F1;
- strada di tipo F2;
- strade a destinazione particolare non catalogate dal DM 5/11/2001.

La sezione stradale a destinazione particolare è la più diffusa, ha corsia pari a 3 metri con arginelli da 0.50 m.

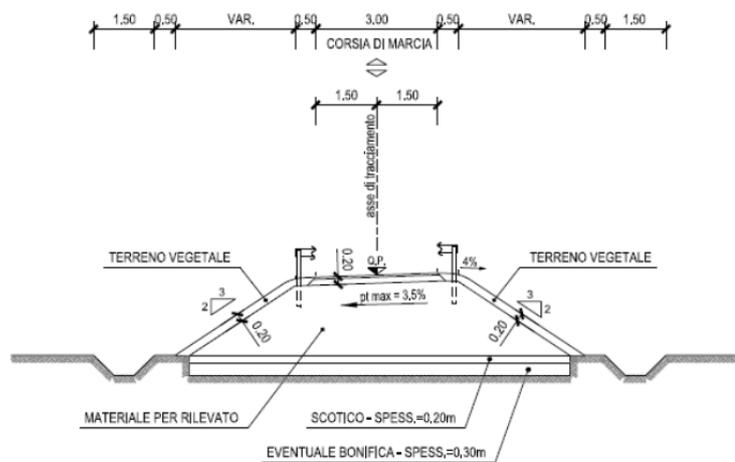


Figura 33 – strade a destinazione particolare

La sezione tipo F1 ed F2 la riscontriamo sulla S.P. 350 e la via Colombara in comune di Cogollo del Cengio.

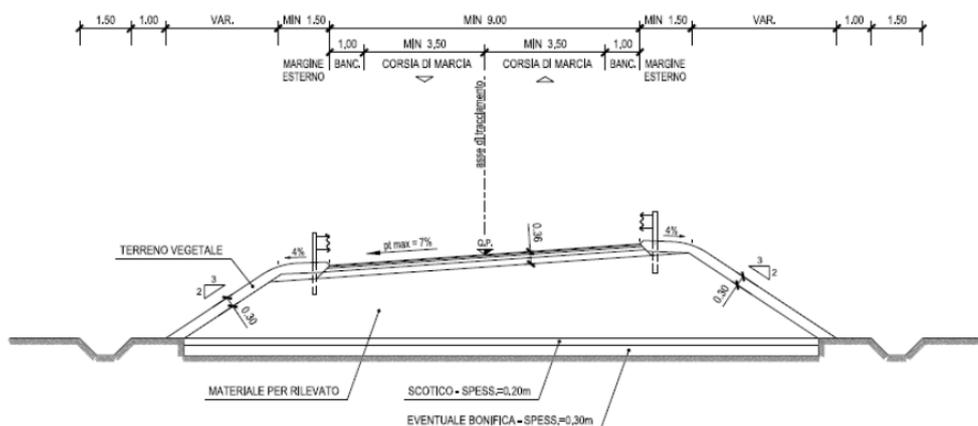


Figura 34 – strada tipo F1

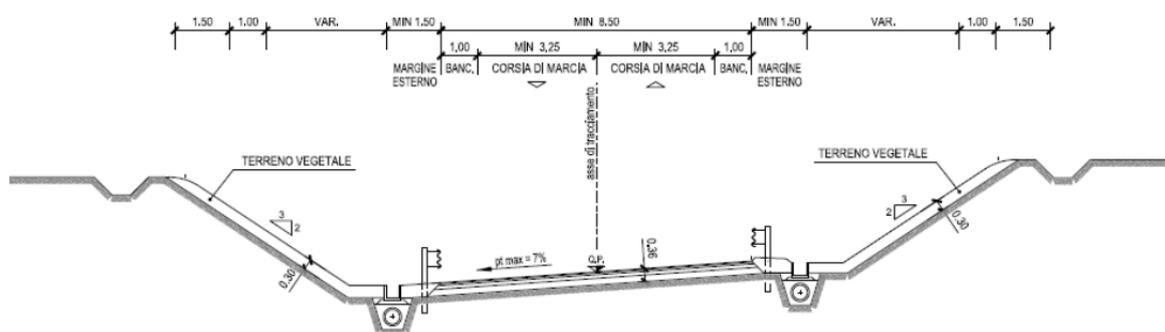


Figura 35 – strada tipo F2

In rilevato le sezioni presentano cordoli per la raccolta delle acque, la scarpata ha pendenza 3/2, ricoperta da uno strato di terreno vegetale e al piede della scarpata sono previsti fossi di guardia. Per rilevati di altezza maggiore di un metro si prevedono barriere tipo H2 W5 per le strade di categoria F1 e F2 e tipo N2 W4 per le strade a destinazione particolare.

In trincea, per la raccolta delle acque si prevede una canaletta al margine della carreggiata, le scarpate hanno pendenza 3/2 ricoperte da vegetale per 20 cm.

Di seguito si riportano gli elementi planoaltimetrici della viabilità Colombara che risultano verificati secondo quanto previsto dalle norme.

Tabella 35: Elementi geometrici via Colombara

Curve circolari e clotoidi							
Curva n.	Raggio m	Sviluppo m	V _p	Clotoidi			
			[km/h]	Aprec	Asucc	R1/3<A<R2 cont	A1/A2
1	74.25	33.00	40	47.40	47.40		1.00
2	45	68.85	40	33.60	35.70		0.94
3	45	31.68	40	35.70	34.00		1.05

Rampa 1 – andamento altimetrico				
N.	Tipologia	i1 [%]	i2 [%]	R [m]
1	Concavo	0.58	2.29	2500
2	Convesso	2.29	0.98	3000
3	Convesso	0.98	0.40	6000
4	Concavo	0.40	0.97	2000
5	Convesso	0.97	-1.5	1000

6 PAVIMENTAZIONE

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento della sovrastruttura stradale da impiegare nel progetto del tronco Trento - Valdastico - Piovene Rocchette dell'autostrada A31 Trento - Rovigo.

La soluzione di tipo semirigido che tiene conto delle buone caratteristiche del terreno di sottofondo, prevede i seguenti strati (figura 1):

- usura in conglomerato bituminoso drenante: 4 cm;
- collegamento (binder) in conglomerato bituminoso: 6 cm;
- base in conglomerato bituminoso: 22 cm;
- base in misto cementato: 25 cm.

Semirigida - spessore cm 57

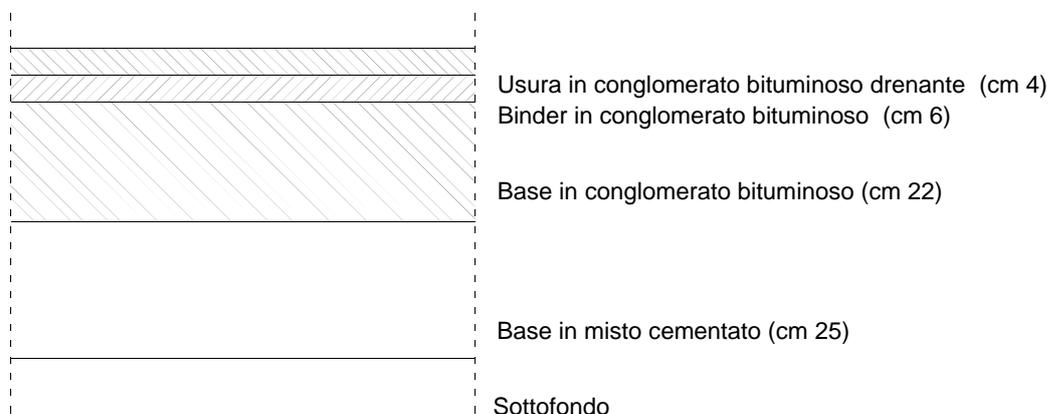


Figura 36: Composizione pacchetto di pavimentazione

In analogia con quanto previsto nel progetto preliminare, per lo strato di usura e per quello di binder sono stati adottati i conglomerati bituminosi tiepidi (Warm Mix Asphalt).

I conglomerati bituminosi “tiepidi” o “a bassa energia” consentono di ridurre le temperature di produzione e di stesa delle tradizionali tecniche a caldo, dando luogo ad un sensibile risparmio energetico e ad un cospicuo abbattimento delle emissioni, senza compromettere la qualità finale, con evidenti vantaggi in termini ambientali e di condizioni di lavoro.

Per lo strato di base, in coerenza con quanto previsto nel progetto preliminare, è stata adottata una soluzione ottimale sotto il profilo ambientale grazie al parziale riutilizzo di materie prime non convenzionali.

Nello specifico è stato adottato il conglomerato bituminoso con granulato di gomma proveniente dal riciclaggio dei pneumatici dismessi. Quest’ultimo deriva soprattutto dai pneumatici dei veicoli pesanti ed è prodotto per triturazione della gomma fino a raggiungere la granulometria desiderata.

I conglomerati bituminosi additivati con granulato di gomma (tecnica dry), che potranno essere utilizzati nello strato di base nell’infrastruttura in questione in misura del 5% in peso, sono in grado di minimizzare il contributo della pavimentazione al fenomeno di propagazione delle vibrazioni, esaltandone le proprietà smorzanti. Diventa quindi possibile realizzare conglomerati simili a quelli tradizionali, dal punto di vista meccanico, ottenendo i seguenti vantaggi:

- aumento delle capacità di assorbimento delle vibrazioni provocate dalle irregolarità superficiali in prossimità della sorgente, con conseguente aumento dell’efficacia dell’intervento;
- salvaguardia ambientale.

Dall’analisi tenso-deformativa condotta risulta che la sovrastruttura proposta di 57 cm consente di soddisfare tutti i requisiti fissati e di garantire una vita utile teorica > 20 anni per quanto riguarda gli strati bituminosi e per i rimanenti strati profondi. Si rimanda alla relazione specialistica per i dettagli del calcolo.

7 BARRIERE DI SICUREZZA

Per migliorare la sicurezza stradale vengono installati dispositivi progettati tenendo presente la tipologia di mezzi circolanti, la tipologia di strada da realizzare e le diverse condizioni al contorno.

In conformità alla normativa vigente si prevede di proteggere con appositi dispositivi di ritenuta i seguenti elementi del margine stradale:

- 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;
- lo spartitraffico ove presente;
- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo del ciglio ed il piano di campagna sia \geq a 1 m, quando le scarpate abbiano pendenza \geq a 2/3, nei casi in cui la 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 pericolosi o simili);
- gli ostacoli fissi che possono costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto.

In accordo con il Committente sono state previste barriere di sicurezza anche in trincea dove sono previste cunette per lo smaltimento delle acque di piattaforma.

In riferimento al D.M. 21/06/2004, al fine di determinare le classi di contenimento delle barriere, è stato necessario definire la tipologia di traffico in funzione del Traffico Giornaliero Medio (TGM) e della percentuale di veicoli pesanti (VP).

La normativa definisce sulla base di questi due dati la tipologia di traffico, come schematizzato nella tabella che segue.

Tipo di traffico	TGM bidirezionale	% VP
-------------------------	--------------------------	-------------

I	≤ 1000 > 1000	qualunque % VP ≤ 5
II	> 1000	5 < % VP ≤ 15
III	> 1000	% VP > 15

Lo studio del traffico definito in fase di progettazione definitiva ipotizza un TGM superiore a 1000 veicoli e una percentuale di veicoli pesanti maggiore del 15%, quindi le barriere sono state dimensionate in base a quanto indicato per il traffico di tipo terzo.

La che segue riporta le classi minime di barriere da impiegare in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione del dispositivo.

Tabella 36: Classificazione progettuale dei dispositivi di sicurezza longitudinali

<i>Tipo di strada</i>	<i>Traffico</i>	<i>Destinazione barriere</i>		
		<i>Barriere spartitraffico</i> <i>a</i>	<i>Barriere bordo lat</i> <i>b</i>	<i>Barriere bordo ponte</i> <i>c</i>
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Per lo stralcio in esame la piattaforma stradale dell'asse principale ha una categoria A, come definita dal D-M- 5/11/2001, mentre le viabilità secondarie sono definite come strade tipo F1, F2 e strade a destinazione particolare/strade poderali. In base a quanto specificato, sono state assegnate le classi di contenimento come da tabella seguente.

TIPOLOGIA STRADA	DESTINAZIONE	CLASSE DI CONTENIMENTO
Asse principale	Bordo laterale con rilevato di altezza < 1 m	Nessuna protezione
	Bordo laterale con rilevato > 1 m	H3 - W5
	Bordo laterale in trincea	H3 - W5

	Bordo ponte	H4 - W5
	Spartitraffico	H4 – W5
Rampa di svincolo monodirezionale	Bordo laterale	H3 – W5
	Bordo ponte	H4 - W5
Rampa di svincolo bidirezionale	Bordo laterale	H3 – W5
	Spartitraffico su cordolo	H4 – W3
	Bordo ponte	H4 – W5
Viabilità tipo F1 e F2	Bordo laterale con rilevato di altezza < 1 m	Nessuna protezione
	Bordo laterale con rilevato > 1 m	H2 – W5
Viabilità a destinazione particolare	Bordo laterale con rilevato di altezza < 1 m	Nessuna protezione
	Bordo laterale con rilevato > 1 m	N2 – W4

Tabella 37: Classificazione delle barriere in termini di severità degli urti

8 SEGNALETICA

L’approccio progettuale per la segnaletica orizzontale e verticale si basa sull’incremento della sicurezza stradale. Il piano di segnalamento rappresenta quindi il primo e più rapido livello progettuale per intervenire sulla funzionalità e la sicurezza della circolazione stradale. Da recenti ricerche è infatti emerso che sono sostanzialmente tre gli elementi che determinano il livello di sensibilità dell’utente nei confronti della sicurezza di una strada e della qualità di guida: la segnaletica verticale d’indicazione, la segnaletica orizzontale e la qualità del manto stradale.

Il piano di segnalamento fa riferimento alla normativa vigente che ne specifica i diversi livelli progettuali.

In particolare: il Nuovo Codice della Strada che indica gli strumenti che l’Ente proprietario della strada deve utilizzare per un funzionale e corretto intervento sulla viabilità; il Regolamento d’attuazione del NCS (Reg. 495/1992, modificato con D.P.R. n° 610/1996), che fissa l’obbligatorietà (art. 77) del Piano di Segnalamento, visto come uno specifico progetto riferito ad un’intera area o a singoli itinerari, per qualsiasi Ente e determina inoltre le regole per la realizzazione e la posa dei segnali; il Disciplinare Tecnico (D.M. 31 marzo 1995) determina invece gli standard qualitativi e tecnici delle pellicole rifrangenti che si devono obbligatoriamente utilizzare per la produzione della segnaletica verticale.

In sintesi il Piano di Segnalamento è uno strumento obbligatorio per qualsiasi Ente proprietario di strade e deve rispondere a ben determinati criteri progettuali e specifiche tecniche.

I principi sui quali basare la pianificazione della segnaletica partono dal presupposto che essa non va intesa come elemento isolato, ma deve essere considerata parte attiva nella regolazione e fluidificazione della mobilità.

Il piano di segnalamento deve quindi concertare tutti gli strumenti normativi citati per massimizzare l'efficienza della segnaletica allo scopo di:

- facilitare l'individuazione: la progettazione adeguata del dimensionamento del segnale in base all'altezza delle iscrizioni determinata dalla distanza di leggibilità da stabilire in funzione della velocità predominante della strada in esame;
- consentire il migliore riconoscimento dei colori: è stato normalizzato un codice colori per caratterizzare ciascun tipo di viabilità.
- consentire la migliore discriminazione del simbolo e la leggibilità ad una maggiore distanza studiando accuratamente la grafica del segnale: si deve mantenere tra la scritta ed il fondo, un corretto rapporto di brillantezza;
- porre in opera il segnale come previsto dalle tabelle allegate al Regolamento del Nuovo Codice della Strada.

Al paragrafo 3 del Capo II del D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 si impone (cfr. art. 77) che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli Enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe al fine di ottenere un sistema armonico, integrato ed efficace a garanzia della sicurezza e della fluidità della circolazione.

Il progetto di segnaletica deve tener conto delle caratteristiche delle strade e della loro classificazione tecnico-funzionale, delle velocità praticate e dei prevalenti spettri di traffico a cui la segnaletica è rivolta.

La scelta della segnaletica da installare, dei materiali da utilizzare e del modo di porli in opera sono strettamente legati alla sicurezza intrinseca della infrastruttura che li ospita.

Obiettivo della segnaletica verticale è quello di comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di pericoli, prescrizioni, indicazioni ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri. A tal fine la progettazione di ogni singolo segnale stradale in termini di posizione, orientamento, materiali e simbologia deve essere curato nel dettaglio.

In particolare, la progettazione dei segnali più significativi ha tenuto conto di:

- spazio di avvistamento necessario per individuare il segnale, in relazione alla presenza di ostacoli od altri elementi che ostacolano il raggio visuale come, ad esempio, altra segnaletica;

- larghezza operativa delle barriere di sicurezza;
- presenza di barriere acustiche;
- posizionamento dei sostegni in punti singolari che ingenerino pericolo in caso di svio.

Si riassumono di seguito i principali criteri di progettazione:

- la segnaletica verticale di indicazione è composta, per ciascun ramo di ogni intersezione, da un pannello di preavviso e descrittivo della geometria dell'intersezione successiva, e dai relativi segnali di indicazione posti in corrispondenza dell'intersezione stessa;
- la segnaletica verticale di prescrizione è quella necessaria da Codice della Strada nelle intersezioni e lungo l'asse stradale principale, con particolare riferimento ai limiti di velocità, posizionati lungo l'asse tenendo conto dei diagrammi di visibilità per l'arresto in entrambi i sensi di marcia;
- la segnaletica verticale relativa ai limiti di velocità, è ripetuta dopo ciascuna intersezione dell'asse principale;
- le intersezioni tra viabilità secondarie sono state dotate di segnaletica come da Codice della Strada, ovvero iscrizioni orizzontali e cartellonistica necessari alla corretta regolazione delle precedenza e sufficiente ad assicurare la percezione dell'intersezione da parte dell'utenza.

La segnaletica orizzontale riguarda tutte le strisce continue e discontinue, nonché tutti i simboli (freccie, zebraure, scritte ecc.) da eseguirsi.

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato stradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

I principi adottati nella scelta dei materiali da applicare, sono i seguenti:

- segnaletica orizzontale con caratteristiche superiori di visibilità, sia di giorno che di notte;
- riduzione dei lavori di manutenzione della stessa nel tempo con il risultato di limitare i disagi all'utenza dovuti alla presenza di cantieri, adottando, per le tipologie di impianti più sollecitati, materiali che mantengono la loro efficienza per un maggiore periodo rispetto a quelli normalmente utilizzati;
- adozione di materiali specifici per l'ottenimento dell'effetto sonoro, oltre che di quello ottico, per le strisce longitudinali di delimitazione del margine destro della sede autostradale, aumentando in tal modo la sicurezza della circolazione stimolando, con l'attività sonora prodotta, l'attenzione del conducente che inavvertitamente dovesse transitarvi sopra.

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà.

Le strisce longitudinali si suddividono in:

- a) strisce di separazione dei sensi di marcia;
- b) strisce di corsia;
- c) strisce di margine della carreggiata;
- d) strisce di raccordo;
- e) strisce di guida sulle intersezioni.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue; le lunghezze dei tratti e degli intervalli delle strisce discontinue, nei rettilinei, sono quelle prescritte dall'art. 138 del Regolamento e dagli standard aziendali del Committente.