



PROPONENTE:

COMUNE DI MONSELICE

Piazza San Marco, 1 - 35043 Monselice (PD)

Tel. 0429/786911 Fax 0429/73092

PEC: monselice.pd@cert.ip-veneto.net

NUOVO CASELLO MONSELICE -POZZONOVO (MONSELICE SUD) E VIABILITA' AFFERENTI MONSELICE (PD) Verifica di assoggettabilità a V.I.A. (art. 19 D.Lgs. 152/2006)

Coordinamento progettazione
e valutazioni ambientali

ING. SANDRO BENATO
ARCH. NICOLA VISENTINI



NET PROJECT S.R.L. - Piazza Modin 12 - 35129 Padova - Tel. 049 8935081 - Fax 049 8935137

Consulente: Progettazione Viaria

PROF. PASETTO ING. MARCO

Via Curtatone e Montanara 3- 35141 Padova - Tel./Fax 049 871135

Consulente: Progettazione strutture in C.A.

PROF. PIZZOCCHERO ING. TIZIANO

Via Leonardo da Vinci 32- 35010 Cadoneghe (PD) - Tel. 049 706480

Consulente: Progettazione strutture in acciaio

SPOLADORE ING. LUCA

Via G. Mazzini 4 - 35010 Vigonza (PD) - Tel. 349 4663410

Consulente: Progettazione geotecnica

PROF. MAZZUCATO ING. ALBERTO

Via Santa Rosa 52 - 35100 Padova - Tel. 049 8910298

RELAZIONE TECNICA, IDRAULICA E STRADALE

CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA EMISSIONE	VERSIONE
ELAB02	ELAB02.PDF	01.08.2018	REV. 0

1.RELAZIONE TECNICA DEL PROGETTO STRADALE	5
1.1 PREMESSA	6
1.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI	6
1.2.1 Criteri per le verifiche di rispondenza al D.M. 19/04/2006	6
1.2.1.1 Caratteristiche planimetriche	7
1.2.1.2 Caratteristiche altimetriche	10
1.2.1.3 Analisi di visibilità	11
1.2.2 Intersezioni	12
1.2.2.1 Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate	12
1.2.2.2 Corsie di diversione	12
1.2.2.3 Corsie di Immissione (svincolo esistente)	13
1.2.3 Rampe di svincolo	13
1.2.4 Intersezioni a rotatoria	14
1.2.4.1 Distanze di visibilità	16
1.3 L'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO	16
1.3.1 Realizzazione del nuovo casello	16
1.3.2 Sezioni tipo	16
1.3.3 Rampe di svincolo	17
1.3.4 Andamento planimetrico e verifiche	17
1.4 Collegamento con la viabilità regionale SR104	19
2 RELAZIONE TECNICA IDRAULICA	21
2.1PREMESSA	21
2.2 AMBITO DI RIFERIMENTO	21
2.3 INQUADRAMENTO NORMATIVO	21
2.3.1 Normativa comunitaria	21
2.3.2 Normativa nazionale	22
2.3.3 Normativa regionale	24
2.3.4 Autorità di Bacino	25
2.3.5 Consorzio di Bonifica	25
2.4. INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA	26
2.5. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA	32
2.6 METODOLOGIA OPERATIVA	36
2.7 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	36
2.7.1 Criteri di compatibilità	36

2.8 FENOMENI DI EROSIONE E SCALZAMENTO IN CORRISPONDENZA DELLE OPERE VIARIE	37
2.9 VALUTAZIONI TECNICHE PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE DALLA PIATTAFORMA	37
ALLEGATO 1	40

1. RELAZIONE TECNICA DEL PROGETTO STRADALE

1.1 PREMESSA

L'autostrada A13 Bologna – Padova rappresenta il collegamento viario Nord – Sud ad alta capacità. A causa dell'aumento del traffico veicolare lungo questo asse si sta rendendo necessaria la realizzazione di una terza corsia lungo tale asse viario: è in corso di progettazione il potenziamento tra lo svincolo di Padova – Sud e Monselice.

L'area del monselicense, negli ultimi anni post crisi, è interessata da un aumento dell'insediamento di attività produttive. Tali attività risultano essere dislocate lungo la dorsale rappresentata dalla SR104 "Monselice – Mare" ed in particolare: la zona industriale di Este, l'area artigianale di Pozzonovo e Tribano e infine, la non trascurabile, area industriale di Monselice.

Allo stato attuale il casello autostradale di Monselice deve collegare queste aree, poste ad una distanza media dai 5 ai 25 km, alla viabilità nazionale. A causa quindi dell'ubicazione del casello all'interno del territorio il centro di Monselice risulta essere congestionato dal traffico. Si rende necessario quindi lo studio di un duplice intervento finalizzato a garantire il collegamento di questi poli produttivi con la rete viabilistica nazionale e al tempo stesso sbloccare il centro urbano di Monselice.

Con la realizzazione del nuovo polo agroalimentare da parte di Aspiag Service srl tale traffico veicolare è destinato ad aumentare, in quanto tale insediamento dovrà andare a servire i punti vendita Interspar del Triveneto e dell'Emilia Romagna.

Al fine della risoluzione di tale problematiche si propone quindi la realizzazione di un nuovo casello autostradale in una posizione tale da essere interconnesso il meglio possibile alla viabilità regionale, di categoria inferiore rispetto alla nazionale, attraverso la SR104.

Al fine di migliorare l'accessibilità al sistema tangenziale ed autostradale, sono stati individuati alcuni importanti interventi di completamento della rete viaria a scala urbana – regionale che vanno a fluidificare il sistema infrastrutturale stradale nel suo complesso, portando benefici in termine trasportistici e conseguentemente di sicurezza e di tipo ambientale.

La scelta del potenziamento in sede del sistema autostradale e viabilistico regionale è il frutto di un lungo lavoro di progettazione e di confronto con gli Enti territoriali e si propone di soddisfare una molteplicità di obiettivi: migliorare le condizioni di circolazione sulla rete esistente, migliorare la sicurezza stradale, riorganizzare lo spazio territoriale adiacente fortemente urbanizzato nell'ottica di miglioramento dell'inserimento territoriale/paesaggistico dell'opera, anche con un coerente sviluppo delle infrastrutture di adduzione al sistema autostradale/tangenziale. Il tutto per una migliore qualità della vita.

1.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali di tutte le infrastrutture in progetto sono:

- D.Lgs. 30/04/92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/01, n. 6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di strade esistenti secondo il D.M. 22-04-04).
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.
- D.M. 18/02/92, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”, così come recentemente aggiornato dal D.M. 21/06/04: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;

Il progetto è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001.

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale (ricependo quindi il principio ispiratore del “Nuovo codice della Strada” – contenuto nell’ Art. 1 – secondo il quale “Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico”).

La normativa di riferimento utilizzata per il dimensionamento delle intersezioni è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006).

Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie cercando in ogni caso di volgere verso il rispetto delle prescrizioni in essa contenute dove questo era realmente possibile.

Nel seguito sono descritte le caratteristiche stradali del progetto e illustrate le verifiche condotte.

1.2.1 Criteri per le verifiche di rispondenza al D.M. 19/04/2006

La realizzazione del nuovo casello autostradale, denominato Monselice – Sud, lungo l’autostrada A13, prevede la realizzazione di uno svincolo a livelli sfasati, con riferimento alle caratteristiche della

categoria "A - autostrada in ambito extraurbano", alla quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" assegnano un intervallo di velocità di progetto 40 km/h; tale intervallo sarà quindi quello considerato per il dimensionamento plano-altimetrico dell'opera in oggetto.

Velocità di progetto	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max in salita	(%)	10	7,0			5,0	
Pendenza max in discesa	(%)	10	6,0			6,0	
Raggi minimi verticali convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi	(m)	250	500	750	1000	1400	2000
Distanza di visuale minima	(m)	25	35	50	70	90	115

Strade extraurbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3,75	2,50	-
	B	3,75	1,75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4,00 2 corsie: 2 x 3,50	1,00	1,00
	B	1 corsia: 4,00 2 corsie: 2 x 3,50	1,00	1,00
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3,50	1,00	-
	B	1 corsia: 3,50	1,00	-

Lo studio dell'andamento planimetrico dello svincolo prevede rampe monodirezionali di categoria stradale A, mentre uno svincolo bidirezionale sul cavalcavia, sempre con l'appartenenza alla medesima categoria di traffico. I raggi di curvatura, le pendenze massime in salita e discesa, il raggio planimetrico minimo e la distanza di visuale minima saranno quelli previsti dal DM 19/04/2006 per quanto riguarda le intersezioni stradali. Nel seguito si riporta una descrizione dei criteri progettuali presi a riferimento per la progettazione.

1.2.1.1 Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento (DM2001) richiede il rispetto delle seguenti condizioni principali:

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche.

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che risulta:

- pari a 252 m nel caso di autostrade urbane

(b) Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:

- per $L < 300$ m $R \geq L$
- per $L \geq 300$ m $R \geq 400$ m

(c) Compatibilità tra i raggi di due curve successive.

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in Fig. 1-1.

(d) Lunghezza massima dei rettifili:

$$L_{max} = 22 \cdot V_{p,max}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità dei progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) Lunghezza minima dei rettifili. La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in Tabella 1-1; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato, facendo riferimento anche alle corsie di immissione e diversione.

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

Tab. 1-1; lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

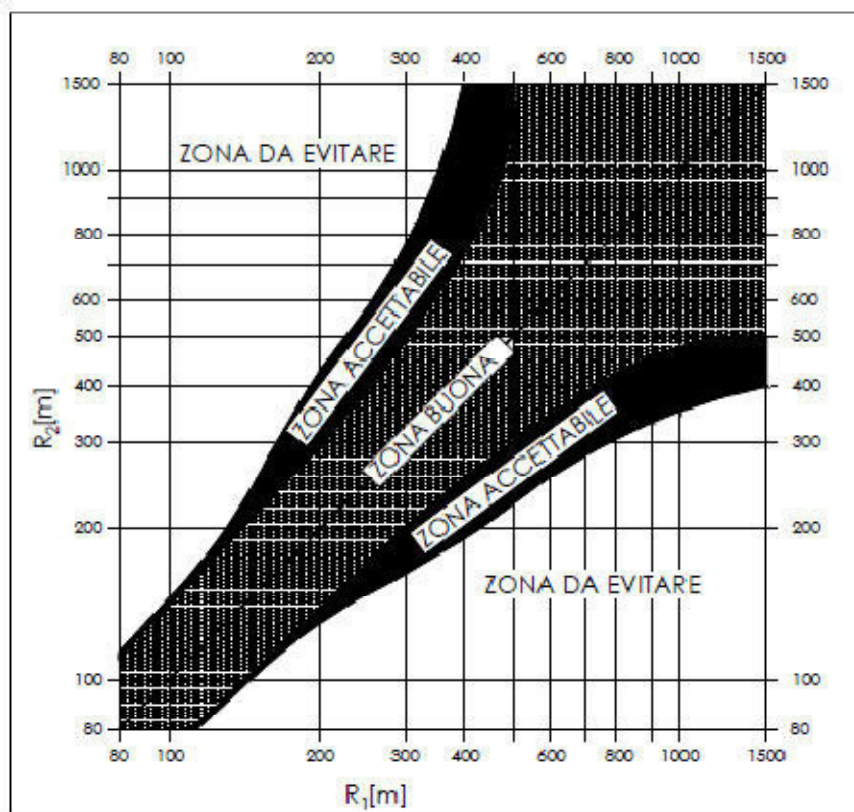


Fig. 1-1; abaco di Koppel

(f) Congruenza del diagramma delle velocità. La norma prevede che per $V_{p,max} \geq 100$ km/h (e quindi per autostrade) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h (f_1). Inoltre, fra due curve successive (nel caso di $V_{p1} > V_{p2}$) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h (f_2).

(g) Lunghezza minima delle curve circolari. La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2,5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$- L_{c,min} = 2,5 \cdot v_p$$

con v_p in m/s ed $L_{c,min}$ in m.

(h) Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccolpo;
- v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- q_i = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- q_f = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo

$$c = \frac{14}{v \left(\frac{m}{s}\right)} = \frac{54,4}{V \left(\frac{m}{s}\right)}$$

Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{max}} \cdot 100 \cdot B_i \cdot |q_i + q_f|}$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;

- Δi_{\max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

- $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale;

- $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$ dove i_{cf} = pendenza trasversale finale;

- $|q_i + q_f|$ è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali;

Critero 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio la norma prevede che sia soddisfatta la relazione:

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R2/3 \leq A \leq R1$$

dove R1 è il raggio minore ed R2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti la norma prevede che il rapporto AE/AU delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e il rapporto A1/A2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto indicato dal D.M. 5/11/2001, soddisfino le relazioni:

$$2/3 \leq AE/AU \leq 3/2$$

$$2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$$

1.2.1.2 Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(i) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo A (autostrade urbane), è pari al 5% (in galleria 4%).

(j) Raccordi verticali convessi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

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

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

- se invece $D > L$

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

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m];

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m];

Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento;

h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m];

h_2 = altezza dell'ostacolo [m];

Si pone di 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.

(k) Raccordi verticali concavi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

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

- se invece $D > L$

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

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m];

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].;

Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento;

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale;

ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma $h = 0,5$ m e $\vartheta = 1^\circ$.

1.2.1.3 Analisi di visibilità

Per distanza di visuale libera (DVL) 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.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade a carreggiate separate, con la distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

1.2.2 Intersezioni

1.2.2.1 Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate

Le corsie specializzate sono state calcolate, prendendo a riferimento quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), prevedendo di non scendere al di sotto del minimo di 100 m di tratto parallelo per le corsie di diversione e di 150 m di tratto parallelo per le corsie di immissione.

Il tronco di manovra è previsto di lunghezza pari a 75m per le immissioni.

1.2.2.2 Corsie di diversione

Con riferimento al caso di configurazione parallela (Fig. 1-2), la lunghezza del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ (avente inizio a metà del tratto di manovra e fine all'inizio della rampa in uscita, coincidente con il punto di inizio della clotoide) è 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 criterio cinematico utilizzando 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 (m/s) è la velocità di ingresso nel tronco di decelerazione pari alla velocità di progetto del ramo da cui provengono i veicoli in uscita (velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità);
- v_2 (m/s) 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 pari a 3 m/s² per le strade tipo A, B e 2,0 m/s² per le altre strade.

Il tratto di manovra $L_{m,u}$ deve avere una lunghezza pari a 90 m per velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiori ai 120 km/h.



Fig. 1-2 - schema planimetrico corsia di uscita (diversione) - tipologia parallela

1.2.2.3 Corsie di Immissione (svincolo esistente)

Con riferimento allo schema di Fig. 1-3 la lunghezza minima del tratto di accelerazione $L_{a,e}$ è stata calcolata mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

- $L_{a,e}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- v_1 (m/s) è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per v_1 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- v_2 (m/s) è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a $0,80 \cdot v_p$ (velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità);
- a (m/s²) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a 1 m/s^2 .

Il tratto di raccordo $L_{v,e}$ deve avere una lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h ($L_{v,e} = 50$ metri per velocità di progetto minori o uguali a 80km/h);

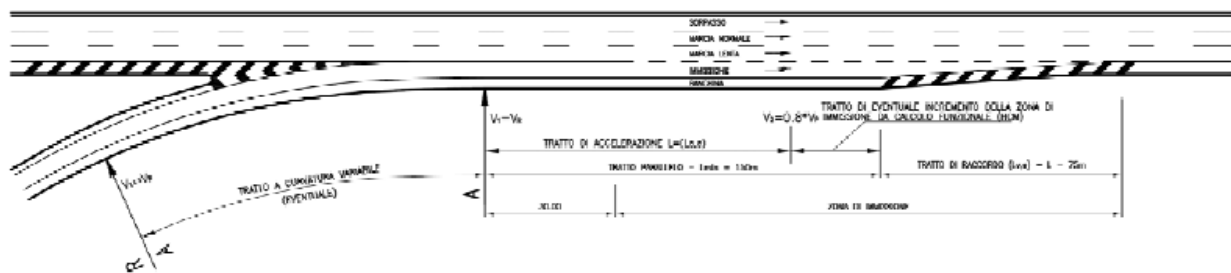


Fig. 1-3: Schema planimetrico corsia di immissione

Come si vede dallo schema rappresentato in Fig. 1-3, nel calcolo cinematico della corsia di immissione, non si è considerato il tratto a curvatura variabile, questa impostazione è legata all'impossibilità, in generale, di verificare la clotoide per una accelerazione pari a 1 m/s^2 , pertanto si considererà una velocità a inizio tratto parallelo pari a quello della curva antecedente.

1.2.3 Rampe di svincolo

Per le rampe di svincolo si è tenuto conto dei seguenti criteri di progettazione:

- VELOCITÀ DI PROGETTO

Per le rampe di tipo 2 è stato utilizzato un intervallo di velocità di progetto pari a 40/60 km/h;

- GEOMETRIA DELL'ANDAMENTO PLANOALTIMETRICO

Con riferimento all'andamento dei tracciati planimetrico e altimetrico si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nella D.M. 19/04/2006 e relativi rimandi al D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade. Il raggio minimo previsto per tutte le rampe di svincolo risulta pari a 45m.

- LARGHEZZA DEGLI ELEMENTI MODULARI DELLE RAMPE

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari di progetto delle rampe si è adottato una larghezza di corsia pari a 4m e due banchine laterali di larghezza pari a 1m per le rampe monodirezionali a 1corsia mentre per le rampe monodirezionali a 2 corsie si è adottato una larghezza a 3.5m per corsia e due banchine laterali di larghezza pari a 1m (vedi tabella sottostante).

Strade extraurbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3,75	2.50	-
	B	3,75	1.75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
	B	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3,50	1.00	-
	B	1 corsia: 3,50	1.00	-

Al fine di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato sono stati introdotti allargamenti di carreggiata secondo quanto previsto dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Inoltre sono state introdotte opportune visuali libere per garantire adeguate condizioni di sicurezza stradale secondo quanto previsto dal suddetto decreto ministeriale.

Nelle zone di raccordo alle esistenti rampe di svincolo, sia di diversione che di immissione, si è provveduto a geometrizzare raccordi che assicurino una graduale variazione della larghezza dei singoli elementi di sezione.

- **RACCORDI VERTICALI CONVESSI**

Per l'inserimento di raccordi verticali convessi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001).

- **RACCORDI VERTICALI CONCAVI**

Per l'inserimento di raccordi verticali concavi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001 .

- **PENDENZA MASSIMA LONGIFUDINALE**

La pendenza massima delle livellette adottata per le rampe di svincolo di progetto risulta pari a 5%.

1.2.4 Intersezioni a rotatoria

Le rotatorie vengono distinte normativamente in funzione del diametro della circonferenza esterna in:

- rotatorie convenzionali con diametro esterno compreso tra 40 e 50 m;
- rotatorie compatte con diametro esterno compreso tra 25 e 40 m;
- mini rotatorie con diametro esterno compreso tra 14 e 24 m.

Le sezioni tipologiche adottate in progetto rappresentano la sintesi delle indicazioni contenute nella Tabella 6 del paragrafo 4.5.2 del D.M. 19/04/2006 che fornisce le indicazioni riportate nella seguente tabella:

Larghezza elementi modulari rotatorie		
elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6.00
	Compreso tra 25 e 40	7.00
	Compreso tra 14 e 25	7.00-8.00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9.00
	< 40	8.50-9.00
Bracci di ingresso (**)		3.50 per una corsia 6.00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4.00
	≥ 25	4.50

(*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia

(**) organizzati al massimo su due corsie

Tab. 1-2: larghezze degli elementi modulari delle rotatorie

La geometria delle rotatorie è stata definita prestando particolare attenzione alla deviazione delle traiettorie in attraversamento al nodo. Tale valutazione è stata condotta valutando il valore dell'angolo di deviazione β (vedi figura seguente), per il quale la norma raccomanda un valore di almeno 45° .

Per ogni rotatoria sono riportate in forma tabellare i seguenti elementi geometrici significativi:

- Raggi $Re1$ ed $Re2$ dei rami in ingresso;
- Raggi $Ra1$ e $Ra2$ dei rami in uscita;
- Angoli di ingresso α ;
- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento.

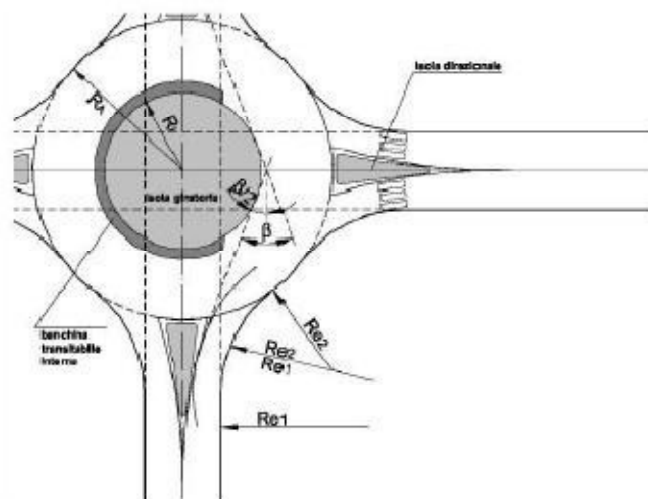


Fig.1-4: Elementi di progetto e tipizzazione delle rotatorie

1.2.4.1 Distanze di visibilità

Per la verifica delle distanze di visibilità, il progetto delle rampe rispetta i criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001 relativi agli assi stradali.

1.3 L'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO

1.3.1 Realizzazione del nuovo casello

La realizzazione del nuovo casello di Monselice – Sud si pone lo scopo di risolvere le criticità trasportistiche a livello locale sul centro abitato di Monselice.

Le componenti salienti possono essere individuate in:

- Realizzazione della nuova uscita autostradale;
- Collegamento della nuova uscita alla viabilità di categoria inferiore;
- Realizzazione della viabilità urbana interrotta con il nuovo casello.

1.3.2 Sezioni tipo

Il progetto prevede di minimizzare al massimo l'impatto sul territorio aumentando tuttavia la sicurezza stradale, pertanto la soluzione tipologica adottata prevede:

- mantenimento della larghezza delle corsie di marcia dell'A13 e del margine interno esistenti;
- mantenimento delle pendenze esistenti in corrispondenza delle piattaforme;
- dimensionamento delle opere di scavalco considerando ingombro della terza corsia.

In tale configurazione, la pavimentazione esistente è pari a 11,20 m per lato, in seconda fase verrà realizzata una piattaforma di larghezza aggiuntiva di 8,30 m per lato e complessiva pari a 32,50 m, così organizzata:

- 3 corsie 3,75 m + corsia di immissione 3,75 m per senso di marcia + banchina carrabile 2,50 m;
- Margine interno: 4,00 m
- Spartitraffico + banchina Complanare: 0,70 + 1,30 m per senso di marcia

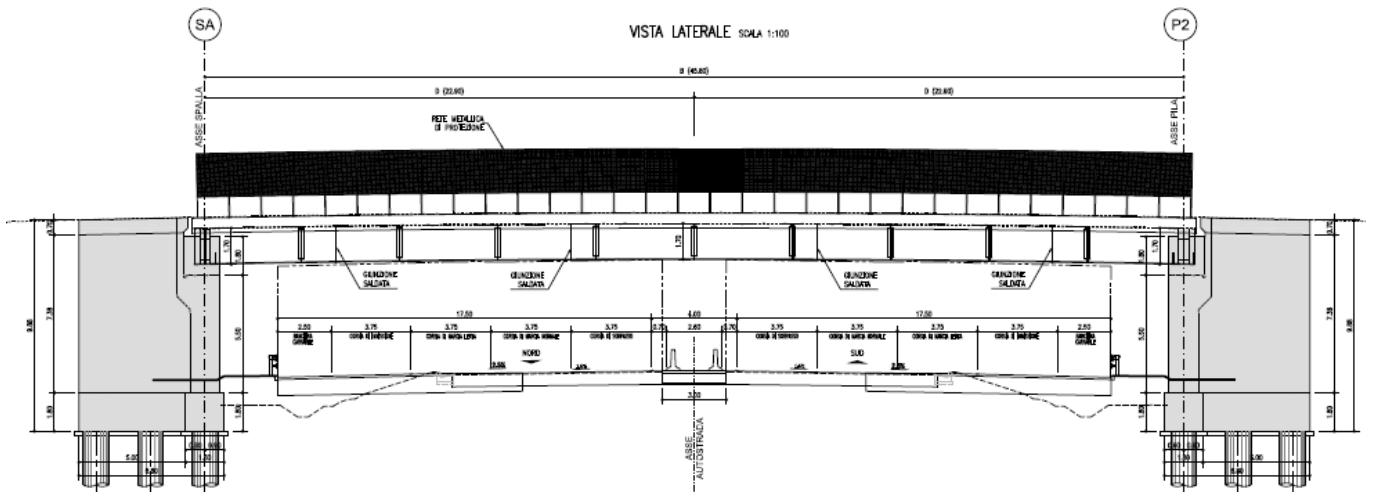


Fig. 1-6: sezione tipo con cavalcavia

1.3.3 Rampe di svincolo

In base a D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” la velocità di progetto imposta è pari a 40 km/h.

1.3.4 Andamento planimetrico e verifiche

In riferimento al DM 6792 del 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono l’asse autostradale attuale. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C = Curva Circolare
- CT = Clotoide
- A = Arco

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

In colonna (6) è indicato il parametro di forma A della clotoide.

Nelle colonne (8) sono indicate le pendenze longitudinali.

In colonna (9) la velocità di progetto.

ELEMENTO	PROGRESSIVA INIZIO (m)	PROGRESSIVA FINE (m)	LUNGHEZZA (m)	TIPO ELEM.	PARAMETRO	Vs	ic	Vp	verifica
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	0,000	698,2164	698,2164	R				40	OK
2	73,644	133,1894	59,5459	CL	90,6495		3,4	40	OK
3	133,189	229,8904	96,7010	C		SX		40	

4	133,189	229,8904	96,7010	A				40	OK
5	229,890	270,9432	41,0528	CL	72,2681		3,4	40	OK
6	270,943	360,1946	89,2514	R				40	OK
7	360,195	408,2356	48,0410	CL	51,8681		6,1	40	OK
8	408,236	515,6639	107,4283	C		SX		40	
9	408,236	515,6639	107,4283	A				40	OK
10	515,664	519,1170	3,4531	CL	40,1429		6,5	40	OK
11	519,117	624,1126	104,9956	C		SX		40	
12	519,117	624,1126	104,9956	A				40	OK
13	624,113	644,3299	20,2173	CL	31,7941		-2,5	40	OK
14	644,330	698,2164	53,8865	R				40	OK

ELEMENTO	PROGRESSIVA INIZIO (m)	PROGRESSIVA FINE (m)	LUNGHEZZA (m)	TIPO ELEM.	PARAMETRO	Vs	ic	Vp	verifica
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	515,471	532,3894	16,9180	C		SX		40	
2	515,471	532,3894	16,9180	A				40	NO
3	532,389	551,1372	18,7478	CL	32,4018		0	40	OK
4	551,137	566,1355	14,9983	CL	32,4018		0	40	OK
5	566,136	632,5015	66,3660	C		DX		40	
6	566,136	632,5015	66,3660	A				40	OK
7	632,502	659,1204	26,6189	CL	43,1662		-2,5	40	OK
8	659,120	746,9733	87,8529	R				40	NO

ELEMENTO	PROGRESSIVA INIZIO (m)	PROGRESSIVA FINE (m)	LUNGHEZZA (m)	TIPO ELEM.	PARAMETRO	Vs	ic	Vp	verifica
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	0,000	38,5682	73,6435	R				40	NO
2	38,568	85,6946	47,1264	CL	70,3439		5,9	40	OK
3	85,695	324,0708	238,3762	C		SX		40	
4	85,695	324,0708	238,3762	R				40	OK
5	324,071	360,2808	36,2100	CL	61,6608		-2,5	40	OK
6	360,281	475,8451	115,5643	R				40	OK

ELEMENTO	PROGRESSIVA INIZIO (m)	PROGRESSIVA FINE (m)	LUNGHEZZA (m)	TIPO ELEM.	PARAMETRO	Vs	ic	Vp	verifica
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	0,000	75,0355	73,6435	R				40	
2	75,036	132,8672	57,8317	CL	77,9251		5,5	40	OK
3	132,867	165,7033	32,8361	C		SX		40	
4	132,867	165,7033	32,8361	A				40	NO
5	165,703	202,5724	36,8691	CL	62,2195		0	40	OK
6	202,572	239,4416	36,8692	CL	62,2195		0	40	OK

7	239,442	323,7965	84,3549	A			40	OK
8	323,797	379,7779	55,9814	CL	76,6684	-2,5	40	OK
9	379,778	451,0699	71,2920	R			40	OK

Non si riscontrano particolari complicazioni nel progetto analizzato.

1.4 Collegamento con la viabilità regionale SR104

Il collegamento con la viabilità di ordine inferiore (SR104 "Monselice - Mare") verrà realizzata tramite una rotonda la quale andrà a garantire anche la continuità con le strade comunali interrotte dall'infrastruttura.

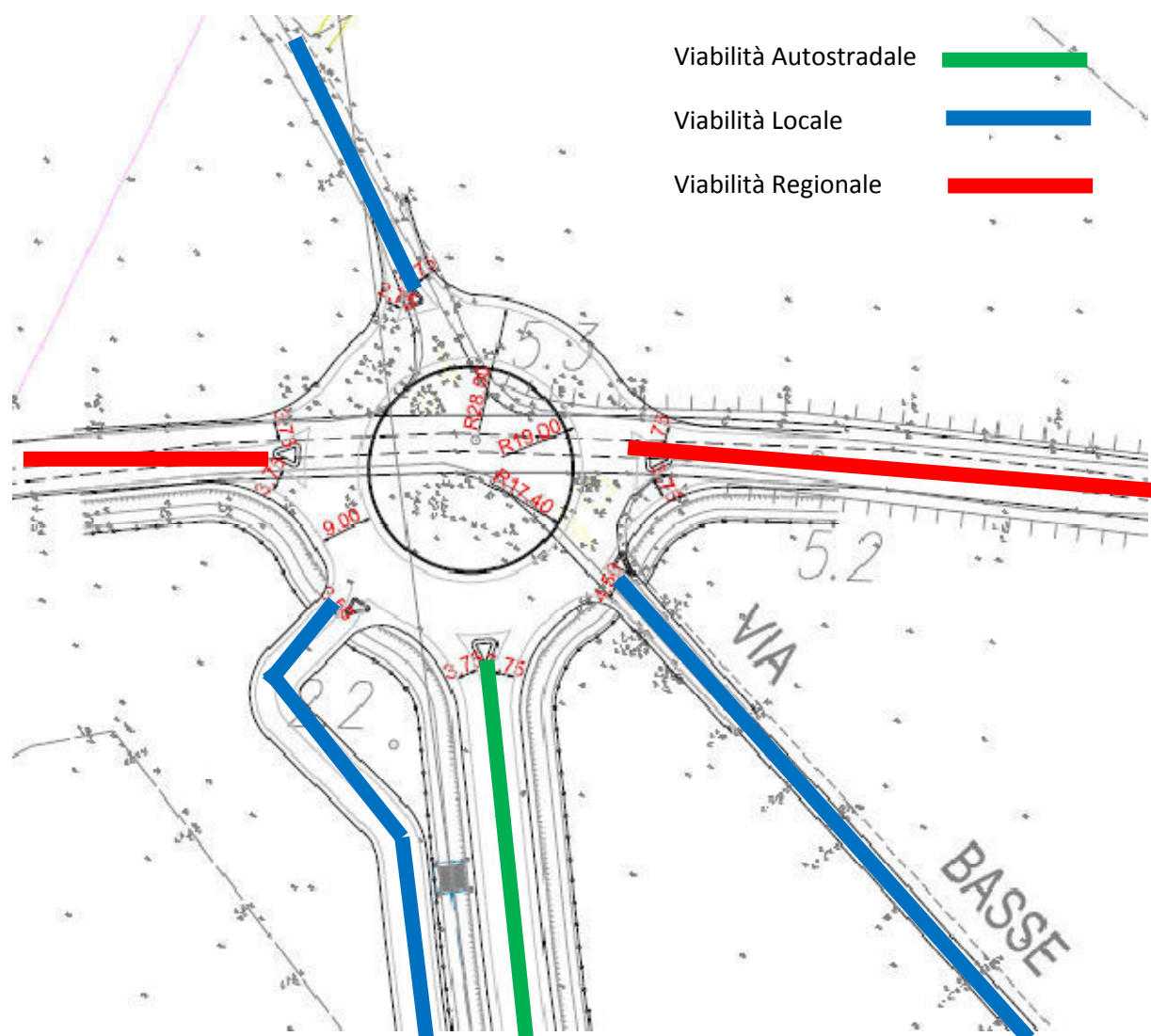


Fig. 1-7: Nuova rotonda su SR104

Il dimensionamento della rotonda è stato svolto in base ai requisiti previsti dal DM, precedentemente illustrato, e utilizzando il metodo Setra.

Il collegamento con la viabilità locale verrà garantito andando a realizzare una nuova strada che collegherà la parte rimanente di via Basse con la nuova rotatoria.

Si è imposto la realizzazione di una strada di tipo F (locale – extraurbana) con le seguenti caratteristiche di progetto:

- Limite di velocità: 90 km/h (il quale verrà abbassato a 60 km/h);
- Numero di corsie per senso di marcia: 1;
- Intervallo velocità di progetto: 40-100 km/h;
- Larghezza della corsia di marcia: 3,25 m;
- Larghezza minima della banchina in destra: 1,00 m;
- Livello di servizio: C;
- Portata di servizio per corsia: 450 veicoli equiv./ora nell'ipotesi di flussi bilanciati nei due sensi e con 100% di percentuale di visibilità di sorpasso;
- Accessi: ammessi;
- Traffico pedonale: ammesso in banchina.

2. RELAZIONE TECNICA IDRAULICA

2.1 PREMESSA

Il presente documento costituisce lo “*Studio idrologico e idraulico di dettaglio*” finalizzato all’analisi delle principali interferenze idrografiche presenti lungo la direttrice autostradale A13 nell’area di realizzazione del nuovo casello autostradale “Monselice – Sud”.

La relazione illustra lo studio a supporto della progettazione, con lo scopo di dimensionare e verificare i manufatti di attraversamento dei corsi d’acqua lungo il corpo autostradale; vengono analizzate le interazioni tra le opere viarie e i corsi d’acqua interessati e si valuta, in termini di sezione idraulica e di franco di sicurezza rispetto all’intradosso del manufatto, l’adeguatezza dei manufatti di attraversamento, nelle configurazioni di stato di fatto e di progetto.

Il grado di approfondimento dello studio è stato commisurato all’importanza del corso d’acqua analizzato, valutando caso per caso le caratteristiche dell’alveo e le dimensioni del bacino.

2.2 AMBITO DI RIFERIMENTO

Oggetto dell’analisi di progetto è il tratto autostradale A13 compreso fra la SR104 “Monselice – Mare” e l’interferenza con lo Scolo Destruro di Monselice della medesima autostrada al confine tra i comuni di Monselice e Pozzonovo.

Da un punto di vista geografico-amministrativo l’ambito di riferimento ricade all’interno della Regione Veneto, nella Provincia di Padova.

Lo Scolo Destruro è un affluente della Fossa Monselesana, la quale sfocia a sua volta nel Gorzone. Possiamo assumere quindi che, idrograficamente parlando, l’area oggetto dell’intervento ricade all’interno del bacino scolante della Fossa Monselesana.

Ragionando in termini più ampi l’intera zona appartiene al bacino scolante della Laguna di Venezia. Il tratto è caratterizzato inoltre da una rete fitta di fossi ed impluvi con bacini di piccole dimensioni.

2.3 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Si riportano nel seguito, accompagnati da un breve stralcio descrittivo, i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologicoidraulico, ambientale e di difesa del suolo.

2.3.1 Normativa comunitaria

Direttiva 2000/60/CE

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l’azione comunitaria in materia di acque (Direttiva acque).

Direttiva 2006/118/CE

Direttiva del Parlamento europeo e Consiglio, del 12 dicembre 2006, sulla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento.

Direttiva 2007/60/CE

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2007, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

2.3.2 Normativa nazionale

RD 25/07/1904 n° 523

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267

Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

La legge introduce il vincolo idrogeologico.

DPR 15/01/1972 n° 8

Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici.

L. 64/74

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

DPR 24/7/1977 n° 616

Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni

L. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1).

Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12).

Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

DL 04-12-1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

DPR 14/4/94

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.

DPR 18/7/95

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.

DPCM 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59

DPCM 29/9/98

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180.

Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).

L. 267/98 (Legge Sarno)

Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania.

La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).

DL 152/99

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

DL 258/00

Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99.

L. 365/00 (Legge Soverato)

Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000.

La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).

DLgs 152/2006

Ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Tale Decreto legislativo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche.

Istituisce i distretti idrografici nei quali sarà istituita l'Autorità di bacino distrettuale, che va a sostituire la o le Autorità di bacino previste dalla legge n. 183/1989. In forza del recente d.lgs 8 novembre 2006, n. 284, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte terza del d.lgs. 152/2006 e della revisione della relativa disciplina legislativa con un decreto legislativo correttivo, le autorità di bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, sono prorogate fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che, ai sensi dell'articolo 1, comma 6, della legge n. 308 del 2004, definisca la relativa disciplina. Fino alla data di entrata in vigore del decreto legislativo correttivo di cui al comma 2-bis dell'articolo 170 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come inserito dal comma 3, sono fatti salvi gli atti posti in essere dalle Autorità di Bacino dal 30 aprile 2006.

2.3.3 Normativa regionale

DGR 80 del 27 gennaio 2011

Linee guida per l'applicazione di alcune norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque

DGR 1770 del 28 agosto 2012

Precisazioni sul Piano di Tutela delle Acque

DGR 691 del 13 maggio 2014

Modifiche all'art.34 del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA), relativamente all'assimilabilità alle acque reflue domestiche degli scarichi provenienti da ospedali e case di cura

DGR 1534 del 03 novembre 2015

Modifiche e adeguamenti del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) art. 121 D.Lgs. 152/2006.

Artt. 33, 34, 37, 38, 39, 40, 44 e Allegati E, F. DGR n. 51/CR del 20/7/2015

DGR 225 del 03 marzo 2016

Linee guida e indirizzi per la corretta applicazione dell'art. 40 del Piano di Tutela delle Acque (PCR n. 107 del 5/11/2009) come modificato con DGR n. 1534 del 3/11/2015

DGR 360 del 22/03/2017

Modifica del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto (art. 121 D.Lgs. 152/2006) approvato con DCR n. 107 del 5/11/2009 e successive modifiche e integrazioni. Aggiunta di un comma all'art. 11. DGR n. 3/CR del 27/01/2017.

Legge regionale 27 aprile 2012, n. 17 (BUR n. 35/2012)

Tutela della risorsa idruca

2.3.4 Autorità di Bacino

L'autorità di bacino competente per il territorio è l'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta - Bacchiglione. Rientrando nel distretto idrografico delle Alpi Orientali (DIAO). L'area ricade, inoltre, all'interno del bacino scolante della laguna di Venezia.

Il territorio è interessato da:

- Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico dello Scolo Destruo il quale defluisce in Fossa Monselesana e quindi Gorzone.

L'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta - Bacchiglione è stata istituita, come per altri bacini idrografici di rilievo nazionale, con la legge 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", (art.15). La pubblicazione, sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dell'8 agosto 2001, del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 maggio 2001, ha sancito l'entrata in vigore del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - brevemente denominato PAI - adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001.

L'Autorità di Bacino ha adottato il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta - Bacchiglione pubblicato in gazzetta ufficiale n°97 del 28 aprile 2014. I contenuti di ciascun PAI si articolano in interventi strutturali (opere), relativi all'assetto di progetto delle aste fluviali, dei nodi idraulici critici e dei versanti, ed interventi e misure non strutturali (norme di uso del suolo e regole di comportamento). In particolare, le misure non strutturali comprendono la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali ai cui vincoli si fa riferimento per la progettazione delle opere autostradali in argomento.

I PAI hanno come obiettivo prioritario la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

2.3.5 Consorzio di Bonifica

L'area oggetto di intervento rientra all'interno delle competenze del Consorzio di Bonifica Adige - Euganeo. Gli strumenti normativi di riferimento sono:

LR 8/5/2009 n. 12

Nuove norme per la bonifica e la tutela del territorio

Settembre 2016

Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio del consorzio di bonifica Adige Euganeo.

2.4. INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

Allo stato attuale non è stato ancora redatto il piano delle acque per il Comune di Monselice, per le seguenti considerazioni quindi ci si riferisce a quanto contenuto nel PATI dei comuni del Monselicense. Nell'area del Monselicense è presente un rischio idraulico correlato ai fiumi maggiori (in particolare Bisatto e Gorzone), un rischio idraulico relativo alla rete secondaria (o di bonifica); possiamo parlare inoltre di un rischio idraulico connesso alla rete di drenaggio urbana (fognatura bianca). Per quanto riguarda l'Adige sembra che i livelli di rischio, alla luce delle varie opere di difesa idraulica eseguite a monte del Monselicense, siano relativamente significativi.

La condizione di rischio possono dar luogo ad eventi di diversa gravità: sia le inondazioni che possono derivare dalle piene dei fiumi principali sia le esondazioni di una certa entità da reti di bonifica sono calamità naturali; è evidente tuttavia che per la limitata estensione dei bacini di bonifica rispetto alle aree inondabili dai fiumi, la gravità dei fenomeni è nettamente minore nel caso delle bonifiche (ancor di più ovviamente per le reti cittadine).

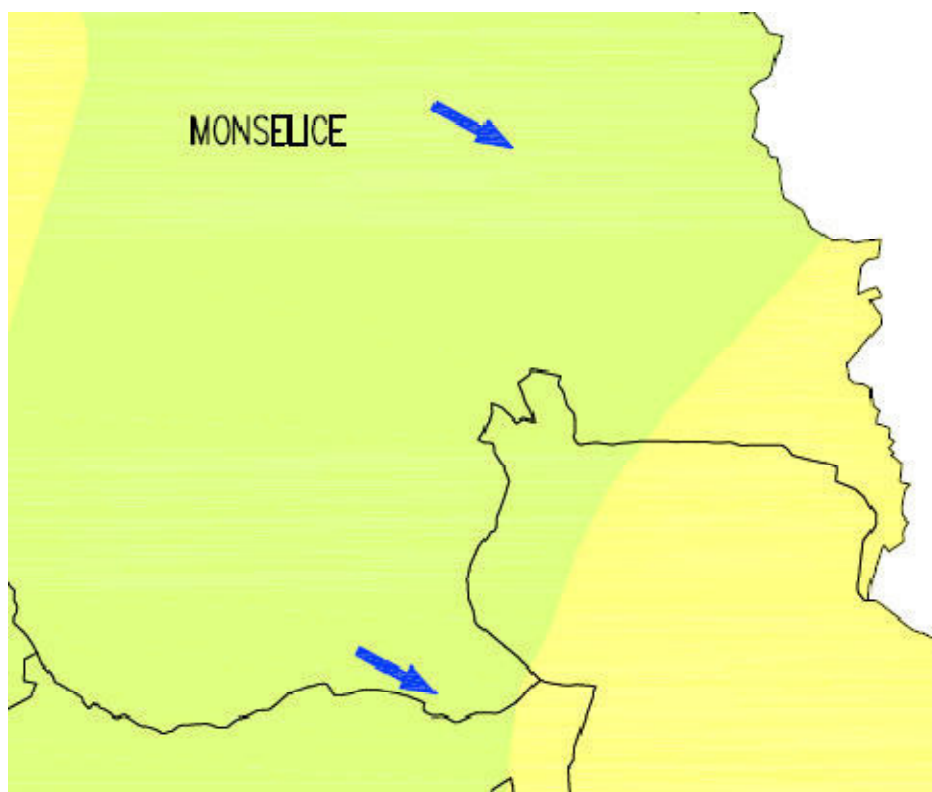


Fig. 2-1: estratto di carta idrogeologica del PATI del monselicense

Le condizioni attuali del Gorzone nel tratto che interessa il Monselicense possono definirsi relativamente accettabili tranne in limitati tratti in cui l'alveo risulta insufficiente a contenere in condizioni di sicurezza le piene massime prevedibili. Le arginature longitudinali che fiancheggiano i

tratti di pianura possono cedere sia per sormonto che per franamento del corpo arginale o per rottura dei terreni di fondazione per inadeguatezza delle strutture a reggere a lungo battenti idraulici elevati o le spinte dinamiche

esercitate dalla corrente. Per quanto riguarda le reti di bonifica è riscontrabile una situazione generale di invecchiamento e di riduzione dei volumi d'invaso. Nei comprensori esistono aree in cui possono verificare esondazioni in relazione ad eventi di frequenza probabile decennale e in alcuni casi anche minore. Il considerevole mutamento della destinazione d'uso dei suoli (urbanizzazione e sviluppo edilizio) in quanto responsabile del notevole incremento dei coefficienti udometrici è una delle principali cause dell'attuale diffusa insufficienza delle reti di drenaggio.

Riportiamo a seguire un estratto dell'allegato H3 della valutazione di compatibilità idraulica estratto dal PATI dei comuni del monselicense. Solo una parte dell'area interessata dall'intervento è considerata a rischio, verranno pertanto svolte accurate indagini, come illustrato nella sezione "analisi idrogeologica" del presente elaborato e verranno prese in fase di progettazione tutte le contromisure necessarie derivanti da osservazioni e misurazioni.

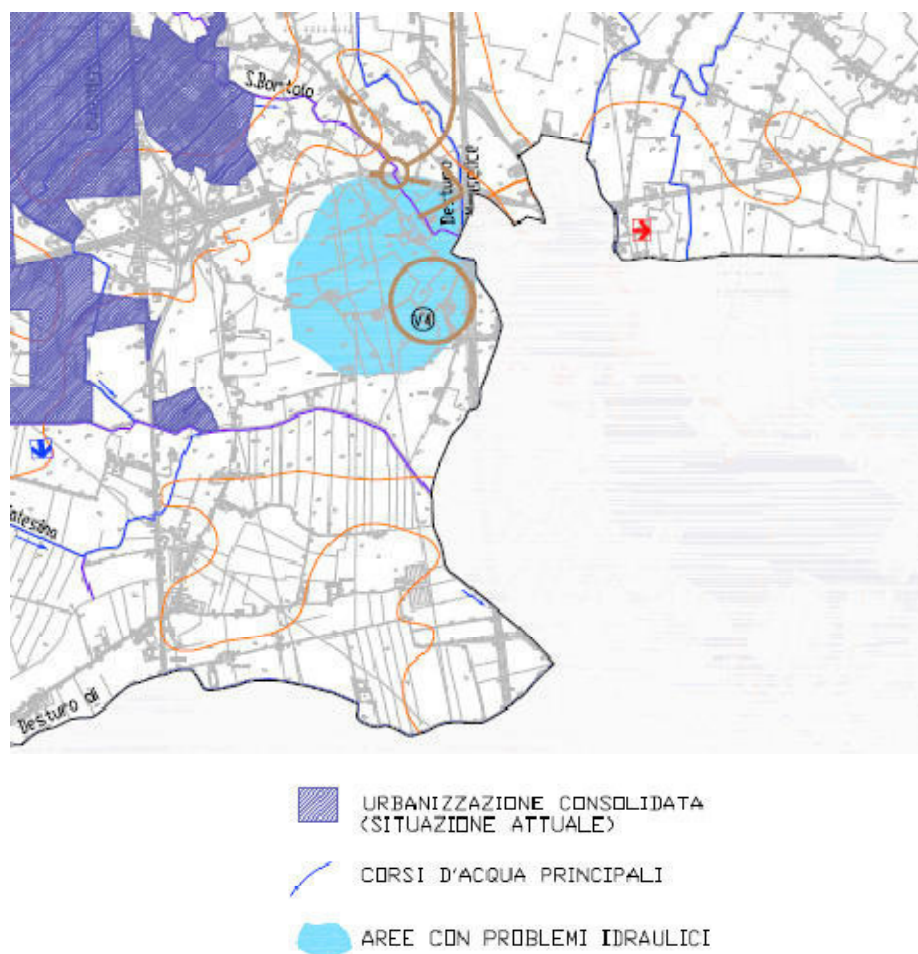


Fig. 2-2: estratto allegato H3 valutazione compatibilità idraulica PATI dei comuni del monselicense

La perimetrazione speditiva delle aree a rischio può ottenersi sovrapponendo alla cartografia degli ambiti quella delle aree pericolose valutate con opportune tecniche. Ciò permette di dedurre qualitativamente quali insediamenti o attività antropiche sono identificabili per tipologia di rischio. In tal senso una prima lettura dell'utilizzazione del territorio permette l'individuazione degli oggetti presenti che possono essere esposti a danno e conseguentemente determinare condizioni di rischio. Come riportato in fig. 2-1, estratto da tavola H3 riassume le principali problematiche idrauliche del territorio afferente al PATI del Monselicense, ultimo aggiornamento pubblicato gennaio 2009. E' stato considerato il seguente materiale tecnico: 1) aree a rischio idraulico secondo studi della Provincia di Padova; 2) aree a rischio idraulico da studi dell'Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico; 3) aree a rischio idraulico secondo studi redatti dai Consorzi competenti per zona; 4) aree che costituiscono punti critici puntuali o distribuiti per quanto riguarda lo sviluppo di fenomeni di esondazione ed allagamento così come acquisito attraverso colloqui con funzionari comunali o della protezione civile. Il Comune di Monselice (circa 5.065 ha di superficie) ricade interamente nel comprensorio di competenza del Consorzio di Bonifica Adige-Bacchiglione di con sede ad Este. Nessuna parte di Monselice ricade in area a pericolosità idraulica secondo il Progetto di Piano Stralcio Assetto Idrogeologico del Brenta Bacchiglione predisposto dall'Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico. Si faccia riferimento alla fig. 2-1 . La parte di Monselice a nord del Canale Bisatto drena alla Fossa Platana (circa 1.249 ha); la parte di territorio ad est di via Della Piera, via Chiesa Vecchia e via Pozzetto drena allo scolo Rovega e da questi alla Fossa Monselesana; la parte rimanente del territorio di Monselice drena alla Fossa Monselesana attraverso gli scoli Desturo di Carpanedo, San Bortolo, Palazzetto e Desturo Formigaro.

Il rischio idraulico nel territorio comunale di Monselice è legato fondamentalmente a fenomeni di esondazione, quasi sempre relativamente localizzati, connessi a situazioni morfologiche locali e allo stato di consistenza e manutenzione degli scoli di drenaggio.

Le zone interessate da rischio ristagno idrico sono così riassumibili, come illustrato nel PATI del monselicense:

- a) area di circa 37 ha a destinazione agricola, collocata lungo i confini ovest del Comune a ridosso degli scoli Costa e Canale Solana;
- b) grande area di 108 ha tra il canale Bagnarolo e il Canale Bisatto drenato dallo scolo Acque Alte;
- c) area agricola di circa 67 ha a cavallo del Canale Pelosa a sud della S.P. n°6;
- d) area agricola di circa 20 ha a cavallo dello scolo Desturello in corrispondenza a via Arzerdimezzo;
- e) area agricola di circa 20 ha a nord della S.P. n°5 a cavallo di via Della Piera lungo lo scolo Rovega;
- f) area di circa 28 ettari (in parte agricola ed in parte urbanizzata) lungo lo scolo Desturello a nord di San Cosma;
- g) grossa area agricola di circa 27 ha a sud della superstrada Mantova-Mare lungo lo scolo Desturo di Monselice, vedi fig. 2-2;

h) aree di limitata superficie compresa fra la Fossa Monselesana e il Desturo di Carpanedo con destinazione fabbricabile secondo il PRG vigente collocate lungo la linea ferroviaria Bologna-Venezia. L'area in cui andrà a collocarsi la nostra infrastruttura ricade parzialmente all'interno dell'ambito descritto al punto g).



Fig. 2-3: inserimento planimetria di progetto su estratto allegato H3 valutazione compatibilità idraulica PATI dei comuni del monselicense

Tuttavia non sono si trovano riscontri numerici sull'entità degli allagamenti presso il competente Consorzio di Bonifica. Strumenti di programmazione più recenti quali il PAI dell'autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, ultimo aggiornamento giugno 2014, non identifica l'area oggetto di intervento come area di competenza fluviale o di un qualche livello di pericolosità idraulica, vedi fig. 2-4.

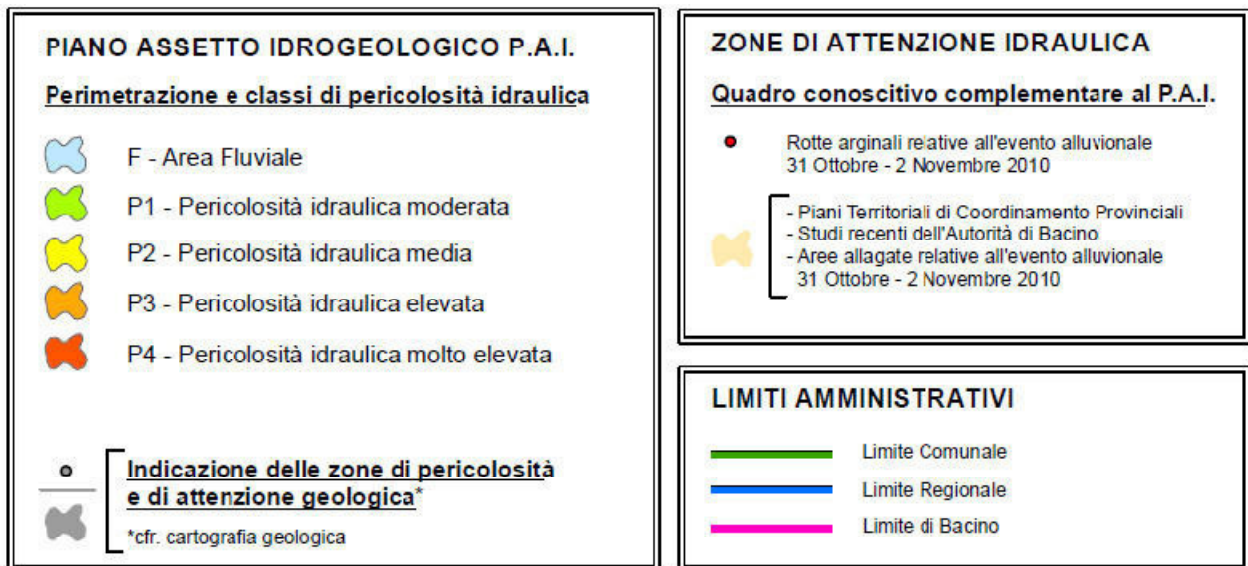
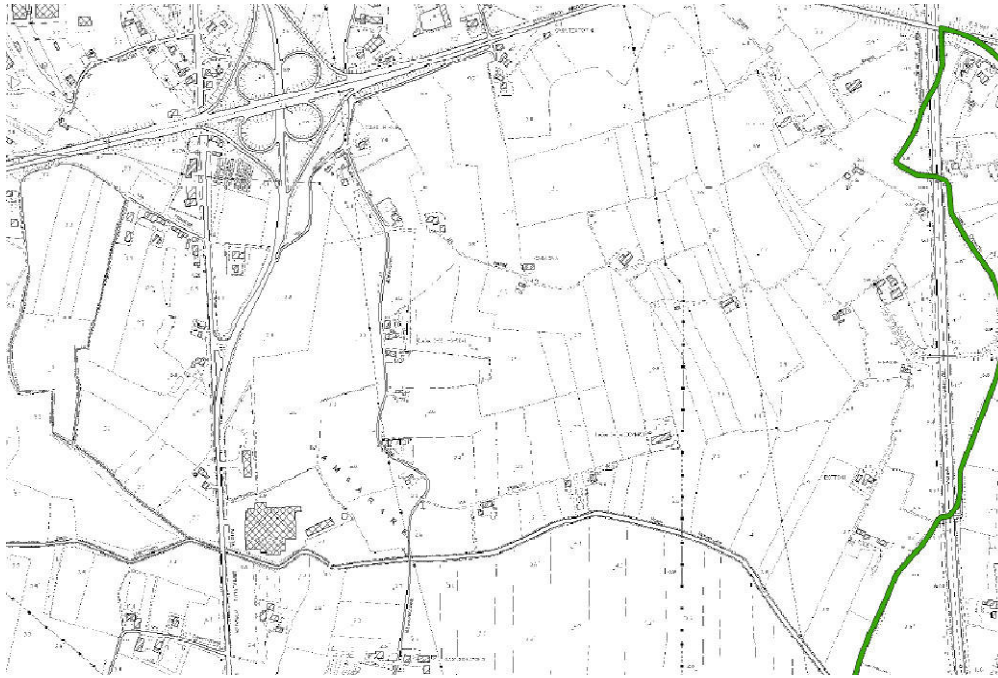


Fig. 2-4: estratto Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta – Bacchiglione, Tavola 117, Carta della Pericolosità Idraulica

Si è proceduto alla consultazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 2015/2021, redatto dal Distretto Idrografico Alpi Orientali, aggiornato al 30/11/2015 (direttiva alluvioni 2007/60/CE). Non si è provveduto all'indagine dei corsi d'acqua che interferiscono con l'opera in oggetto e sono stati prodotti una serie di elaborati per le aree allagabili andando a definire le classi di rischio e le altezze idriche. In questo contesto è stata effettuata un analisi su:

- Scenario di alta probabilità – HHP (Tr = 30 anni);
- Scenario di media probabilità – HMP (Tr = 100 anni);
- Scenario di bassa probabilità – HLP (Tr = 300 anni).

In nessuno di questi ambiti è sono stati riscontrati fenomeni di esondazione ad un livello apprezzabile da parte da parte della rete di deflusso principale sull'area interessata dal nuovo casello autostradale. Tuttavia, considerando i fenomeni di inondazione puntuali, ma non degni di registrazione, che interessano l'area si prevede di realizzare il raccordo stradale di collegamento tra la barriera daziale e la SR104 in rilevato, avente un'altezza media di 1,20 m. La strada di continuità a competenza comunale, parallela al raccordo, verrà alzata di 50 cm.

Nonostante quanto considerato fino ad ora dai più recenti strumenti di pianificazione territoriale si andrà a sopporre un allagamento medio dell'area citata nel PATI di 20 cm, per un'estensione misurata di 27 ha si recupererà, ove possibile, un volume di invaso pari a 5 400 m³.

Con la realizzazione del nuovo casello, si è stimata, l'eliminazione di fossati di guardia fondiari pari a 780 m. Considerando una sezione media di deflusso pari a 1 m² viene sottratta all'area una capacità di invaso di 780 m³, tale volumetria verrà recuperata andando a realizzare marginalmente alle strade di collegamento tra SR104 e nuovo casello una serie di nuovi fossati e, all'occorrenza, in bacino di laminazione.

La metodologia che si è adottata per la determinazione delle caratteristiche idrologico-idrauliche dei corsi d'acqua d'interesse è la seguente:

- ove l'Autorità di Bacino competente, nell'ambito del PAI o di altro strumento normativo, o altro Ente competente in materia, indica i valori ufficiali delle grandezze idrologico-idrauliche ricercate, o fornisce una metodologia approvata per la loro determinazione, si sono utilizzati tali valori e metodologie ufficiali.

- ove l'Autorità di Bacino competente o altro Ente, non fornisce alcuna indicazione circa la caratterizzazione idrologico-idraulica dei corsi d'acqua d'interesse, le grandezze di riferimento sono state calcolate utilizzando i metodi dell'idrologia classica desunti dalla letteratura specifica.

- in accordo con l'Autorità di Bacino competente, ove non è possibile determinare le portate con i metodi dell'idrologia classica a causa della complessità del reticolo, è stata determinata una portata compatibile, cioè la massima portata transitabile all'interno del corso d'acqua in esame.

L'opera oggetto di analisi presenta una serie di interferenze con lo Scolo Destruro di Monselice, di competenza del citato consorzio di Bonifica Adige - Euganeo. Tali interferenze sono rappresentate da:

1. Interferenza delle corsie di accelerazione e decelerazione del corpo autostradale in direzione PD-BO e BO-PD;
2. Interferenze delle rampe di svincolo.

Vedi fig. 2-5.

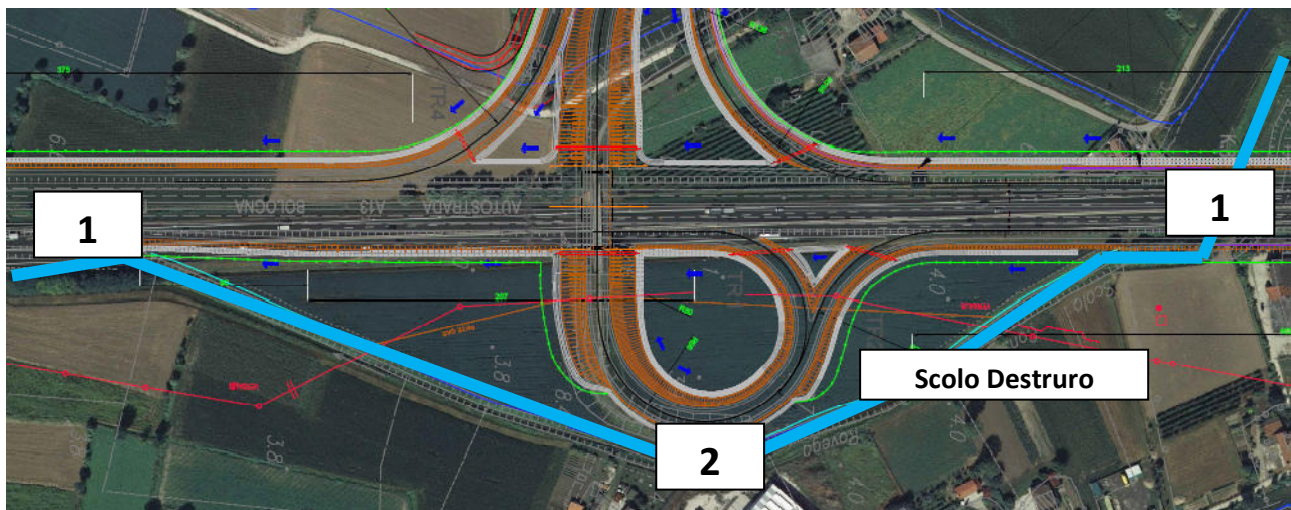


Fig. 2-5 localizzazione delle interferenze con rete idrografica

In base al RD 1904 n. 523 sulle pertinenze dei corsi d'acqua per garantire una fascia di rispetto minima tale da garantire la manutenzione del corpo idrico si decide di limitare l'ingombro del rilevato di svincolo, interferenza n. 2, andando a sostituirlo in parte con un muro di sostegno per la lunghezza necessaria in base alle considerazioni tipologiche che verranno effettuate in seguito ad una approfondita campagna di rilevamento topografico.

Per quanto riguarda l'interferenza n. 1 si risolverà, qualora fosse necessaria, prolungando i tombotti attualmente presenti.

Nelle aree a verde a cavallo tra le varie rampe verranno ricavate zone interessate dal fenomeno della fitobio-depurazione delle acque ricavate dal dilavaggio delle strade, dei piazzali e dei volumi per l'invarianza idraulica. L'opera di restituzione sarà posizionata sullo scolo Destruro.

Non sono previste opere di risezionamento dei corsi d'acqua.

Sullo scolo Destruro è presente un manufatto regolatore, la parte del corso d'acqua a valle di tale manufatto regolatore presenta fenomeni di erosione di sponda dovuto al transito della corrente da rapida a lenta. Si rende necessario quindi la realizzazione del ripristino della sponda e della protezione della medesima.

2.5. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA

Il sistema di drenaggio garantisce la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla superficie pavimentata ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito dalle aste di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente.

Requisiti prestazionali

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale

dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante, e dovranno soddisfare i seguenti requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- garantire il controllo quantitativo degli scarichi mediante laminazione delle acque di piattaforma relative alle nuove superfici pavimentate in ottemperanza alle *Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* che impongono il recupero di 300 l/s * ha di nuova superficie impermeabilizzata;
- garantire, ove richiesto dalla normativa vigente, il controllo qualitativo delle acque prima della loro immissione nel ricettore finale;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le cunette triangolari, le canalette grigliate e le caditoie grigliate.
- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi inerbiti e rivestiti) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente e possono essere diretti o presidiati. Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. La sezione corrente dell'infrastruttura si divide, per caratteri costruttivi, in:
 - o sezione in rilevato;

- o sezione in viadotto;

Inoltre, il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma autostradale, si può schematizzare in:

- drenaggio marginale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corsia di emergenza (esterno della carreggiata);
- drenaggio centrale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corrispondenza della corsia di sorpasso (interno della carreggiata).

Gli elementi costitutivi del sistema di drenaggio sono stati quindi individuati in funzione del tipo di drenaggio (marginale o centrale) e della sezione corrente dell'infrastruttura, secondo lo schema riportato nella seguente tabella; tale schematizzazione resta, comunque, passibile di modifiche laddove esigenze locali del sistema di drenaggio, dell'infrastruttura o dei recapiti le dovessero richiedere.

Si riportano gli standard previsti per il deflusso delle acque.

Tipo di drenaggio	Sezione autostradale	Elemento di drenaggio
centrale	trincea / rilevato	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico finale nel reticolo con o senza presidio
	trincea	canaletta triangolare con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico finale nel reticolo con o senza presidio
marginale	rilevato	embrici con scarico ad intervalli regolari nel fosso al piede e recapito finale nel reticolo con o senza presidio
	rilevato con barriera fonoassorbente	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nel fosso al piede mediante pozzetto e recapito nel reticolo con o senza presidio
	rilevato con muro di sostegno	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico finale nel reticolo con o senza presidio
centrale / marginale	galleria fonica L<500m	canaletta o caditoie con griglia carrabile e scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante
	galleria fonica L>500m	caditoie sifonate a passo calcolato con scarico nella tubazione sottostante
	viadotto	caditoie grigliate a passo calcolato con scarico nella tubazione sottostante

Tutti gli elementi verranno dimensionati con tempo di ritorno 25 anni.

Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche

Per quanto concerne il controllo quantitativo degli scarichi, i fossi sono stati dimensionati in modo

da consentire il recupero di 300 l/s * ha di nuova superficie pavimentata come prescritto dalle Norme tecniche.

La laminazione all'interno dei fossi sarà garantita da manufatti terminali di controllo dotati di luce tarata per la regolazione delle portate in uscita. Ove non sarà possibile prevedere fossi al piede dei rilevati (per mancanza di spazio, in trincea, ...) si prevedranno collettori di grandi dimensioni sotto la piattaforma (circolari o scatolari) o vasche dedicate, con manufatti di controllo terminali.

Per quanto riguarda invece il controllo qualitativo degli scarichi, in ottemperanza alla normativa vigente, il sistema di drenaggio autostradale è stato suddiviso in due categorie: sistema aperto e sistema chiuso.

Il sistema di drenaggio che prevede lo scarico dell'acqua di piattaforma nel recettore finale tramite manufatti per il controllo qualitativo dell'acqua dilavante la piattaforma è denominato "sistema chiuso" mentre il sistema di drenaggio che prevede lo scarico libero dell'acqua di piattaforma nel recettore finale, senza l'interposizione di presidi idraulici per il trattamento delle acque meteoriche, è denominato "sistema aperto".

Gli ambiti in cui è previsto il sistema di tipo chiuso (costituito dal fosso che funge da sedimentatore e dal manufatto di controllo che funziona da disoleatore) sono stati definiti come segue:

1. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali "*significativi*" e "*interesse*" inseriti nel PTA, tipo il bacino scolante della laguna di Venezia;
2. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse in ricettori per i quali sono definiti obiettivi di qualità secondo le Norme del PTA;
3. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse in ricettori per i quali si indicano esigenze di tutela e vincoli stabiliti dagli strumenti di pianificazione provinciale (art. 39 comma 9 delle Norme Tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque);

Secondo il PTA i corsi idrici superficiali significativi risultano essere i seguenti:

1. Scolo Destruro;
2. Fossa Monselesana.

Ai fini della tutela delle acque di questi corpi idrici si prevederà un trattamento delle acque di raccolta dal piazzale con dei sistemi in continuo di sedimentazione e disoleazione prima della restituzione nel corpo idrico finale. Le acque di deflusso della restante piattaforma autostradale verranno convogliate in opportuni bacini di laminazione, precedentemente richiamati, e trattati con il metodo della fitodepurazione.

Si riporta sezione tipologica che verrà adottata nel caso di scarico in canalizzazioni a cielo aperto estratto da relazione idraulica PATI del monselicense:

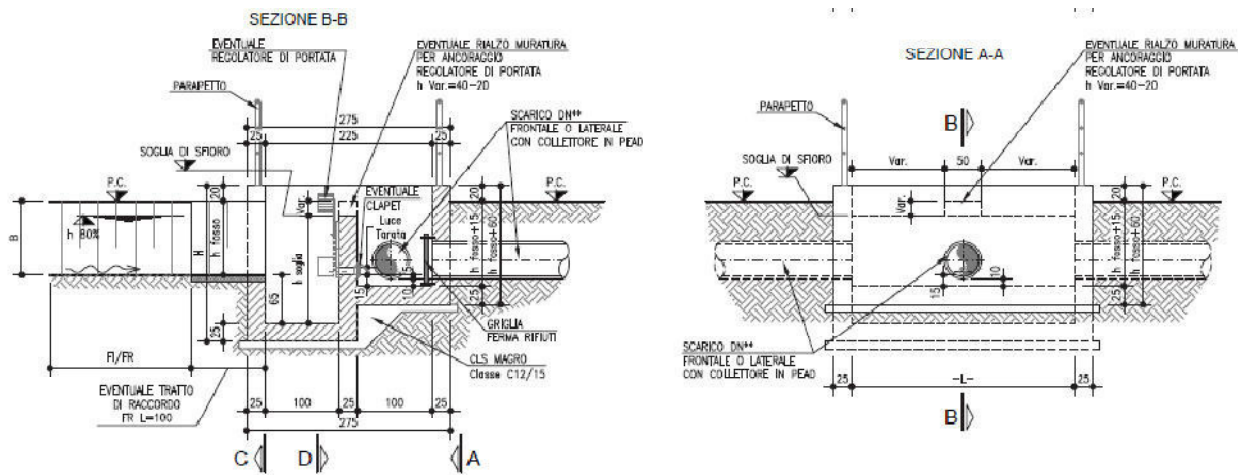


Fig. 2-6: schema punto di scarico canale a cielo aperto

Tutti quanti i manufatti impiegati saranno dimensionati sulle tipologiche fornite da ASPI.

2.6 METODOLOGIA OPERATIVA

Per l'elaborazione del presente studio si sono innanzitutto reperiti dati e studi pregressi relativi all'area oggetto di analisi. In particolare sono stati considerati i Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) redatti dall'Autorità di bacino competente e i dati forniti dagli enti competenti per la totalità dei corsi d'acqua analizzati.

Per l'analisi delle interferenze si è dapprima determinata la portata di riferimento relativa ad ogni singolo corso d'acqua, basandosi sui valori forniti dai consorzi.

Il corso d'acqua interferente con l'opera in esame è lo Scolo Destrutto di Monselice. Tale corso d'acqua ha un'importanza notevole in quanto è il corso d'acqua in uscita dal depuratore comunale e in prossimità del realizzando casello è provvisto di un manufatto regolatore il quale è in una posizione tale da mantenere il livello di monte sempre costante durante l'anno. A valle di questo manufatto la corrente ha apportato dei fenomeni di erosione delle sponde le quali necessitano di essere ripristinate. Le portate considerate sono state fornite dal consorzio di bonifica Adige - Euganeo relative a tempi di ritorno $Tr = 50$ anni.

Per quanto riguarda le sezioni fluviali sono state in parte fornite dal consorzio di bonifica competente in parte rilevate.

In conclusione si è effettuata l'analisi dei fenomeni idrodinamici e morfologici indotti dall'interazione dell'alveo con le opere viarie sulla base della quale si sono poi progettate le opere di sistemazione fluviale necessarie per la protezione dai fenomeni erosivi.

2.7 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

2.7.1 Criteri di compatibilità

La verifica di compatibilità idraulica degli attraversamenti sui corsi d'acqua è stata svolta in

conformità con la normativa vigente

I calcoli idraulici vengono eseguiti per diversi tempi ritorno, assumendo come riferimento l'evento cinquantennale per i corsi d'acqua.

Data la limitata natura degli interventi non si rende necessaria una modellazione idraulica tramite programma ad elementi finiti.

2.8 FENOMENI DI EROSIONE E SCALZAMENTO IN CORRISPONDENZA DELLE OPERE VIARIE

Andiamo ad analizzare le possibili cause di erosione dei manufatti in alveo.

Per i manufatti presenti l'erosione è dovuta al fatto che la corrente passa da un regime di moto lento a moto rapido e di nuovo a moto lento. Il passaggio da moto rapido a moto lento avviene tramite dissipazione di energia tramite il fenomeno del risalto idraulico.

Tale tipo di fenomeno, localizzato nella sezione immediatamente a valle dell'attraversamento, è interessato da fenomeni di erosione dovuti alla formazione del risalto stesso.

Nel nostro caso abbiamo l'interferenza di tre tipi di manufatti: due tombini di scavalco dell'autostrada con il corso d'acqua e uno riguardante la briglia. Ai fini di garantire la stabilità delle sponde arginali si rende necessario il rivestimento di sponda con "pali e sasso" in modo tale da risolvere il problema. Attualmente, in corrispondenza della briglia, sono presenti fenomeni di erosione non trascurabili. In funzione delle problematiche riscontrate, vengono dimensionate le opere di protezione, tali da garantire un'adeguata funzionalità nel tempo.

2.9 VALUTAZIONI TECNICHE PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE DALLA PIATTAFORMA

All'articolo 39 comma 9 delle Norme Tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque si enuncia:

"Per le canalizzazioni a servizio delle reti autostradali e più in generale delle pertinenze delle grandi infrastrutture di trasporto, che recapitano le acque nei corpi idrici superficiali significativi o nei corpi idrici di rilevante interesse ambientale, le acque di prima pioggia saranno convogliate in bacini di raccolta e trattamento a tenuta in grado di effettuare una sedimentazione prima dell'immissione nel corpo recettore. Se necessario, dovranno essere previsti anche un trattamento di disoleatura e andranno favoriti sistemi di tipo naturale quali la fitodepurazione o fasce filtro/fasce tampone."

Tuttavia l'allegato A del Dgr 80 del 27 gennaio 2011 contiene una serie di note esplicative in merito agli articoli di norma contenuti nel PTA. In merito all'art. 39 comma 9 riporta: *"le acque di prima pioggia nei casi di cui ai commi 8 e 9 non costituiscono scarico e pertanto il loro trattamento e recapito non sono soggetti ad autorizzazione. Per quanto riguarda la verifica dell'effettiva realizzazione e del corretto funzionamento dei sistemi di trattamento delle acque di prima pioggia nei casi di cui ai commi 8*

e 9, si rimanda alla specifica normativa nazionale e regionale in materia di lavori pubblici. Per le grandi infrastrutture di trasporto soggette a VIA, normalmente dovrebbe essere prevista la raccolta e il convogliamento delle acque di prima pioggia.”

Si ritiene quindi utile porsi come obiettivo che in corrispondenza del piazzale venga previsto, in maniera cautelativa, al fine di trattare un’area dove il carico inquinante potrebbe essere maggiore rispetto alla sede autostradale a causa delle specifiche condizioni di circolazione, a prescindere dal fatto che lo scarico avvenga all’interno del bacino della Laguna di Venezia.

Alla luce di questo si è deciso di attuare i seguenti provvedimenti:

- 1) Raccolta delle acque di prima pioggia (i primi 5 min. di ogni evento meteorico) dal piazzale contenente la barriera di esazione, convogliamento in opportune vasche di sedimentazione, trattamento tramite opportuni sistemi di disoleazione al punto da poterle considerare come acque meteorologiche da convogliare nel sistema idrografico principale;

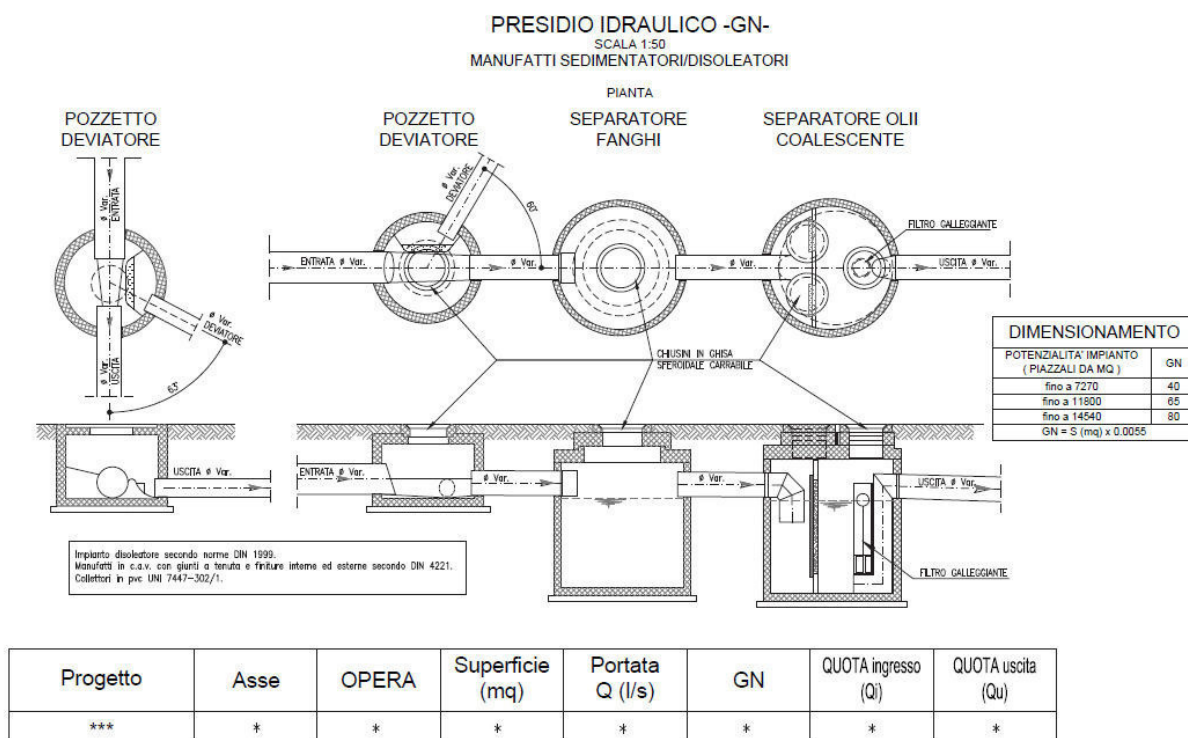


Fig. 2-7: schema trattamento acque di prima pioggia.

- 2) Deflusso delle acque dalla piattaforma tramite rete di canalette embrici, convogliamento in opportune aree individuate ai fini della laminazione e dell’abbattimento degli inquinanti tramite fitodepurazione.
- 3) Regolarizzazione delle portate nella rete di deflusso tramite pozzetto di controllo della portata.

Il punto finale di recapito delle acque risulta essere localizzato nello Scolo Destruro di Monselice, affluente della Fossa Monselesana. Il sistema è stato calibrato per andare a realizzare una

compartimentazione delle acque rispettivamente per la porzione di intervento a destra o a sinistra dell'attuale corpo autostradale, avente comunque come recettore finale lo Scolo Destruro.

In base a quanto detto fino ad ora si prevede quindi il trattamento con sistemi di dissolazione e sedimentazione per le acque raccolte dal piazzale di esazione. Mentre per quelle provenienti dal corpo stradale ed autostradale verranno stoccate in appositi bacini di laminazione ove subiranno un trattamento di fitodepurazione prima di essere immesse nella rete di deflusso.

ALLEGATO 1

SVINCOLO NUOVO CASELLO AUTOSTRADALE DI MONSELICE

Relazione illustrativa progetto geometrico

Dott. Prof. Ing. Marco Pasetto

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le scelte effettuate per la redazione del progetto geometrico delle rampe degli svincoli del casello autostradale di Monselice, evidenziandone la conformità ai dettami della Normativa.

L'intervento consiste nella realizzazione del casello autostradale di Monselice e relative opere complementari di collegamento con l'autostrada A13 Padova-Bologna (svincoli autostradali).

La progettazione degli svincoli autostradali è stata realizzata mediante l'utilizzo di un apposito software tecnico di progettazione stradale "*Civil Design 9.0*"

I riferimenti normativi seguiti nella progettazione sono:

- D. Lgs. 30/04/1992 n. 285 – *Nuovo codice della strada*;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 – *Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della strada*;
- D.M. 05/11/2011: *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*.
- D.M. 19/04/2006: *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*.

Per la definizione dell'intervento sono stati considerati i dati di traffico trasmessi da ASPI. Lo scenario di intervento tiene conto della realizzazione di tutte le opere del quadro programmatico, del progetto di terza corsia tra Monselice e Padova Sud, del nuovo svincolo Monselice Sud e il completamento della SR10 var.

Si riportano in seguito i dati di traffico considerati.

Scenario programmatico																			
Casello	Dir	L						P						T					
		2025		2035		2040		2025		2035		2040		2025		2035		2040	
		in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out
Monselice NEW.	PD	426	36	483	39	475	37	38	70	46	87	48	85	464	106	529	126	523	122
Monselice NEW.	BO	133	131	126	145	123	144	19	72	19	82	19	92	152	203	145	227	142	236

Scenario programmatico																			
Casello	Dir	L						P						T					
		2025		2035		2040		2025		2035		2040		2025		2035		2040	
		in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out
Monselice NEW.	PD	487	36	544	38	548	38	43	70	50	86	53	84	530	106	594	124	601	122
Monselice NEW.	BO	132	167	122	177	114	176	19	72	19	83	19	94	151	239	141	260	133	270

Scenario programmatico										
Tratta elementare	Dir	L			P			T		
		2025	2035	2040	2025	2035	2040	2025	2035	2040
Boara-Rovigo Nord - Monselice New	PD	1284	1340	1351	426	464	473	1710	1804	1824
Monselice New - Monselice	PD	1674	1784	1789	395	424	435	2069	2208	2224
Boara-Rovigo Nord - Monselice New	BO	1503	1577	1582	431	455	462	1934	2032	2044
Monselice New - Monselice	BO	1501	1596	1603	485	519	534	1986	2115	2137

Scenario progettuale										
Tratta elementare	Dir	L			P			T		
		2025	2035	2040	2025	2035	2040	2025	2035	2040
Boara-Rovigo Nord - Monselice New	PD	1306	1358	1382	437	479	483	1743	1837	1865
Monselice New - Monselice	PD	1757	1864	1892	409	442	452	2166	2306	2344
Boara-Rovigo Nord - Monselice New	BO	1516	1591	1597	436	460	467	1952	2051	2064
Monselice New - Monselice	BO	1551	1646	1658	489	524	542	2040	2170	2200

2. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI

In seguito vengono riportate le caratteristiche geometriche delle piattaforme delle rampe e delle corsie specializzate, assunte alla base del progetto. Il tracciato, per motivi di funzionalità progettuale, è diviso in 4 sottotracciati:

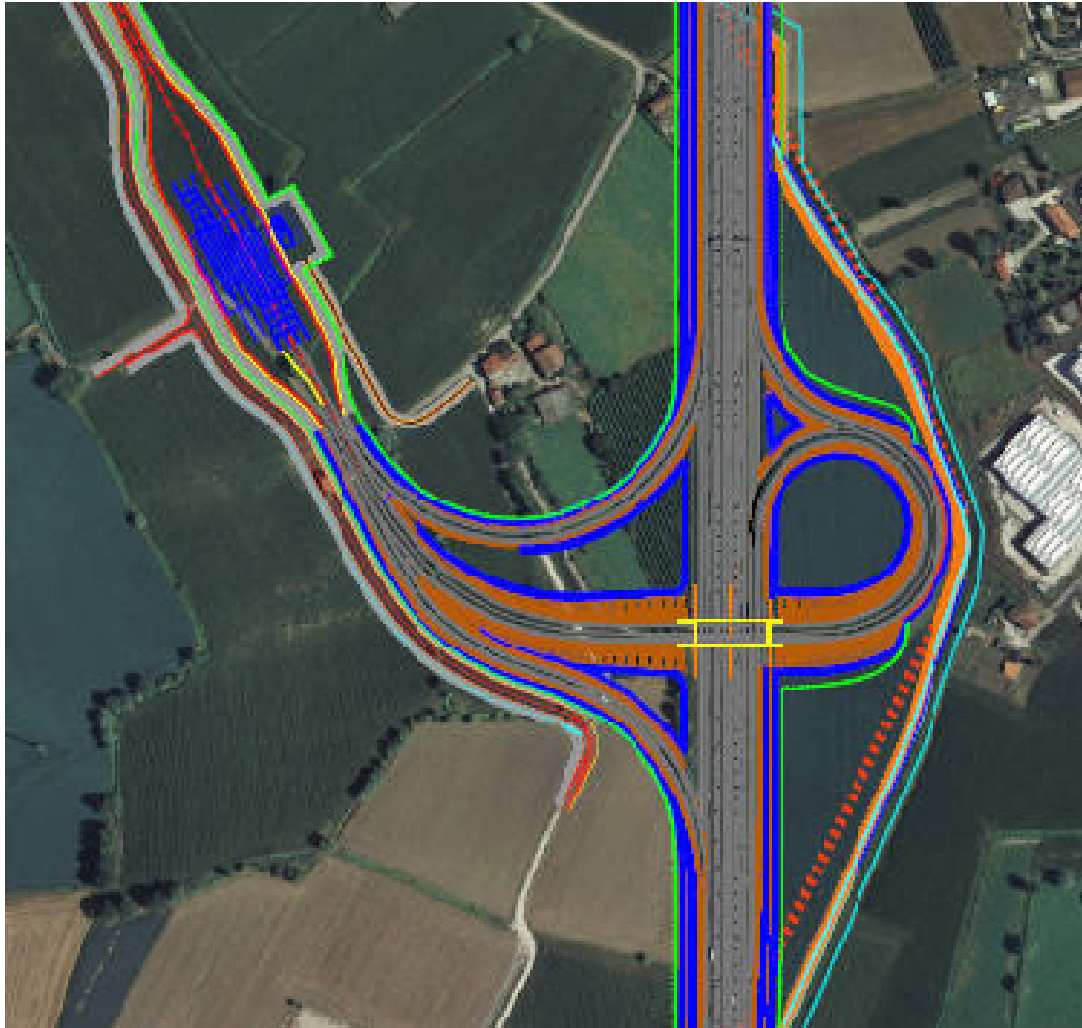
Tracciato 1: uscita da autostrada carreggiata nord, compreso scavalco bidirezionale asta autostradale e rampa verso casello;

Tracciato 2: rampa unidirezionale ad est ed ingresso in autostrada in carreggiata nord;

Tracciato 3: uscita da autostrada carreggiata sud e rampa verso casello;

Tracciato 4: uscita da casello e rampa per immissione verso carreggiata sud autostradale.

I 4 tracciati sono rappresentati nella figura seguente.



TRACCIATO 1:

- Rampa di svincolo bidirezionale per autostrada extraurbana
- Larghezza della corsia di marcia: 3.75 m;
- Numero di corsie: 2;
- Banchina sinistra: 1.5 m;
- Banchina destra: 1.5 m;
- Arginello sinistro: 1.3 m;

- Arginello destro: 1.3 m;

- Rampa di svincolo bidirezionale su opera d'arte
- Larghezza della corsia di marcia: 3.75 m;
- Numero di corsie:2;
- Banchina sinistra: 1.5 m;
- Banchina destra: 1.5 m;
- Marciapiede sinistro di servizio: 1.9 m
- Marciapiede destro di servizio: 1.9 m

- Rampa di svincolo monodirezionale per autostrada extraurbana
- Larghezza della corsia di marcia: 3.75 m;
- Numero di corsie:1;
- Banchina sinistra: 1.5 m;
- Banchina destra: 1.5 m;
- Arginello sinistro: 1.3 m;
- Arginello destro (ove previsto): 1.3 m;
-

TRACCIATO 2:

- Rampa di svincolo monodirezionale per autostrada extraurbana
- Larghezza della corsia di marcia: 3.75 m;
- Numero di corsie:1;
- Banchina sinistra: 1.5 m;
- Banchina destra: 1.5 m;
- Arginello sinistro (ove previsto): 1.3 m;
- Arginello destro: 1.3 m;

TRACCIATO 3:

- Rampa di svincolo monodirezionale per autostrada extraurbana
- Larghezza della corsia di marcia: 3.75 m;
- Numero di corsie:1;
- Banchina sinistra: 1.5 m;
- Banchina destra: 1.5 m;

- Arginello sinistro: 1.3 m;
- Arginello destro (ove previsto): 1.3 m;

TRACCIATO 4:

- Rampa di svincolo monodirezionale per autostrada extraurbana
- Larghezza della corsia di marcia: 3.75 m;
- Numero di corsie:1;
- Banchina sinistra: 1.5 m;
- Banchina destra: 1.5 m;
- Arginello sinistro (ove previsto): 1.3 m;
- Arginello destro: 1.3 m;

CORSIE SPECIALIZZATE DI IMMISSIONE/DIVERSIONE:

- Larghezza della corsia di marcia: 3.75 m;
- Numero di corsie:1;
- Banchina sinistra: 0 m;
- Banchina destra: 2.5 m;
- Arginello sinistro (ove previsto): 1.3 m;
- Arginello destro (ove previsto): 1.3 m;

3. VERIFICHE DEL TRACCIATO PLANIMETRICO

3.1 COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE DEI TRACCIATI PLANIMETRICI

I tracciati planimetrici iniziano in corrispondenza del casello autostradale, avendo la funzione di eseguirne il collegamento con l'autostrada A13 (Bologna-Padova).

Gli elementi geometrici dei tracciati planimetrici sono stati dimensionati impiegando una velocità di progetto massima lievemente inferiore al valore richiesto dalla normativa per le rampe degli svincoli autostradali. Le velocità contenute che sono state utilizzate per il dimensionamento degli elementi di ogni tracciato sono motivate innanzitutto dai vincoli restrittivi imposti alla progettazione. Una progettazione secondo i limiti superiori di velocità imposti dalla norma per le rampe autostradali

avrebbe richiesto un sviluppo degli svincoli incompatibile con i vincoli geometrico-spaziali (confine comunale, mantenimento fosso di scolo ad est).

In particolare, la configurazione del tracciato 1 e del tracciato 2 è stata governata soprattutto dal vincolo di mantenimento lungo lo Scolo Destruo di Monselice di una fascia arginale di non meno di 6 m.

La seconda motivazione della riduzione di velocità riguarda il fatto che, nella pratica corrente, si attribuiscono limiti di velocità (legali) per gli svincoli autostradali pari a 40 km/h. In particolare gli elementi del tracciato planimetrico numero 1 e 2 sono stati dimensionati per una velocità di progetto pari a 40 km/h, mentre i tracciati numero 3 e 4 sono stati progettati per un intervallo di velocità di progetto di 40-55 km/h.

Le curve circolari e le curve a raggio variabile (clotoidi) sono state progettate secondo i criteri contenuti nel D.M.5.11.2001.

Il parametro di scala delle clotoidi è stato verificato per le velocità di progetto imposte, secondo i criteri indicati dalla normativa vigente:

- criterio 1: limitazione del contraccollo;
- criterio 2: sovra-pendenza longitudinale dei cigli;
- criterio 3: ottico.

Le verifiche sono riportate nell'annesso del presente documento.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]
RETTIFILO	0.000	73.644	73.644	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	40
CLOTOIDE	73.644	133.189	59.546	90.650	0.000	138.000	Sx	0.000	0.000	40
ARCO	133.189	229.890	96.701	0.000	138.000	138.000	Sx	3.418	-3.418	40
CLOTOIDE	229.890	270.943	41.053	75.268	138.000	0.000	Sx	0.000	0.000	40
RETTIFILO	270.943	360.195	89.251	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	40
CLOTOIDE	360.195	408.236	48.041	51.868	0.000	56.000	Sx	0.000	0.000	40
ARCO	408.236	515.664	107.428	0.000	56.000	56.000	Sx	6.086	-6.086	40
CLOTOIDE CONT.	515.664	519.117	3.453	40.143	56.000	50.000	Sx	0.000	0.000	40
ARCO	519.117	624.113	104.996	0.000	50.000	50.000	Sx	6.543	-6.543	40
CLOTOIDE	624.113	644.330	20.217	31.794	50.000	0.000	Sx	0.000	0.000	40
RETTIFILO	644.330	698.216	53.887	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	40

Figura 3.1. Composizione e caratteristiche del tracciato 1.

Normativa	Elementi	Velocità	Visibilità									
	Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]	
	ARCO	515.471	532.389	16.918	0.000	56.000	56.000	Sx	6.086	-6.086	40	
	CLOT. FLESSO E	532.389	551.137	18.748	32.402	56.000	0.000	Sx	0.000	0.000	41	
	CLOT. FLESSO U	551.137	566.135	14.998	32.402	0.000	70.000	Dx	0.000	0.000	42	
	ARCO	566.135	632.502	66.366	0.000	70.000	70.000	Dx	-5.276	5.276	40	
	CLOTOIDE	632.502	659.120	26.619	43.166	70.000	0.000	Dx	0.000	0.000	47	
	RETTIFILO	659.120	746.973	87.853	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	50	

Figura 3.2. Composizione e caratteristiche del tracciato 2.

	Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]
	RETTIFILO	0.000	38.568	38.568	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	42
	CLOTOIDE	38.568	85.695	47.126	70.344	0.000	105.000	Sx	0.000	0.000	45
	ARCO	85.695	324.071	238.376	0.000	105.000	105.000	Sx	4.962	-4.962	45
	CLOTOIDE	324.071	360.281	36.210	61.661	105.000	0.000	Sx	0.000	0.000	55
	RETTIFILO	360.281	475.845	115.564	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	80

Figura 3.3. Composizione e caratteristiche del tracciato 3.

Normativa	Elementi	Velocità	Visibilità									
	Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]	
	RETTIFILO	0.000	75.036	75.036	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	43	
	CLOTOIDE	75.036	132.867	57.832	77.925	0.000	105.000	Sx	0.000	0.000	45	
	ARCO	132.867	165.703	32.836	0.000	105.000	105.000	Sx	5.338	-5.338	48	
	CLOT. FLESSO E	165.703	202.572	36.869	62.219	105.000	0.000	Sx	0.000	0.000	45	
	CLOT. FLESSO U	202.572	239.442	36.869	62.219	0.000	105.000	Dx	0.000	0.000	43	
	ARCO	239.442	323.797	84.355	0.000	105.000	105.000	Dx	-4.378	4.378	42	
	CLOTOIDE	323.797	379.778	55.981	76.668	105.000	0.000	Dx	0.000	0.000	55	
	RETTIFILO	379.778	451.070	71.292	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	62	

Figura 3.4. Composizione e caratteristiche del tracciato 4.

La Vp considerata ai fini delle verifiche è pari a 40 km/h soltanto per le rampe del "TR1" e del "TR2". Come motivato nel paragrafo 3.1 della relazione di progetto, la configurazione e lo sviluppo del TR1 soprattutto, è stata governata dai vincoli di progettazione presenti (mantenere lungo lo scolo Rovega una fascia arginale di 6 m). Non essendo verificati gli elementi del tracciato "clotoide cont." (progressiva km 0+515.664 - km 0+519.117) e "clotoide" (progressiva km 0+624.113 - km 0+644.330) per una velocità superiore a 40 km/h, è stata ipotizzata una velocità dell'utente che

percorre la strada uguale a 40 km/h. Tale scelta progettuale è motivata col fatto che lungo le rampe progettate verrà imposto un limite di velocità pari a 40 km/h, e tale limite governerà effettivamente il comportamento dei conducenti.

Per quanto riguarda il tracciato "TR3" e "TR4", essi sono stati progettati per un intervallo di velocità di progetto di 40-55 km/h. Le velocità indicate in figura "3.3. Composizione e caratteristiche del tracciato 3" e figura "3.4. Composizione e caratteristiche del tracciato 4." per gli elementi a curvatura variabile, rappresentano le massime velocità per le quali tali elementi vengono verificati. Inoltre le velocità indicate nelle figure 3.2 -3.4, sono correlate ad uno scenario di velocità "indicativo" avendo lo scopo di esaminare la massima velocità consentita sugli elementi a curvatura variabile e, dunque, calcolare le rotazioni delle piattaforme lungo le curve a raggio costante, per le velocità riscontrate con lo scenario considerato. Si vuole menzionare che non viene specificamente richiesto dalla normativa 19.04.2006, che regola le intersezioni stradali, di redigere il diagramma delle velocità per le rampe delle intersezioni a livelli sfalsati.

In conclusione, i calcoli delle rotazioni e le successive verifiche di visibilità, sono stati eseguiti prendendo come riferimento le velocità indicate nelle figure 3.1-3.4.

La corsia specializzata di uscita (o di diversione) associata al TR1 e al TR3, e adoperata per il progetto in esame, è la tipologia parallela. Per questa tipologia, il tratto di decelerazione si sviluppa parallelamente all'asse principale della strada a partire da metà del tratto di manovra e fino al punto rappresentativo dell'inizio del tratto a curvatura variabile. Le lunghezze dei tratti di decelerazione (associati al TR1 e al TR3) così come indicate nella planimetria, non comprendono tratti sovrapposti alle clotoidi del tracciato.

Limite di velocità da imporre sulle rampe: 40 Km/h per tutti i tracciati.

3.2 IL PROGETTO DELLE CORSIE SPECIALIZZATE

3.2.1 PREMESSA

Le corsie specializzate sono destinate all'utilizzo ed alla canalizzazione di veicoli che si accingono ad effettuare le manovre di svolta a destra ed a sinistra, senza arrecare eccessivo disturbo alla corrente di traffico principale e con aumento della sicurezza delle svolte. Le corsie specializzate si sviluppano, generalmente, in affiancamento alla strada cui afferiscono. Secondo la *figura 3.5* le corsie specializzate di uscita (o diversione) o di entrata (o immissione) sono obbligatorie per le strade extraurbane di categoria A.

Tipo di strada principale	Tipologia di corsia specializzata		
	di uscita (o diversione)	di entrata (o immissione)	d'accumulo per svolta a sinistra
strade extraurbane			
A	Obbligatoria	Obbligatoria	Non ammessa
B	Obbligatoria	Obbligatoria	Non ammessa
C	Ammessa	Non ammessa	Ammessa
F	Ammessa	Non ammessa	Ammessa
strade urbane			
A	Obbligatoria	Obbligatoria	Non ammessa
D	Ammessa	Ammessa	Non ammessa
E	Ammessa	Ammessa	Ammessa
F	Ammessa	Ammessa	Ammessa

Figura 3.5: Ammissibilità delle corsie specializzate in base alle tipologie di strada (D.M. 19/04/2006).

Nel presente progetto sono state sviluppate 4 corsie specializzate:

- 2 corsie di uscita dall'autostrada A13 (carreggiata Sud e Nord);
- 2 corsie di immissione nell'autostrada A13 (carreggiata Sud e Nord).

Le corsie di uscita (o di diversione) sono composte dai seguenti tratti elementari:

- Tratto di manovra di lunghezza $L_{m,u}$.
- Tratto di decelerazione di lunghezza $L_{d,u}$ (comprendente metà della lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$) parallelo all'asse principale della strada, nel caso di tipologia parallela o coincidente interamente con l'elemento a curvatura variabile, nel caso di tipologia ad ago.

Le corsie di entrata (o di immissione) sono composte dai seguenti tratti elementari:

- tratto di accelerazione di lunghezza $L_{a,e}$;
- tratto di immissione di lunghezza $L_{i,e}$;
- elemento di raccordo di lunghezza $L_{v,e}$;

I tratti componenti le corsie specializzate sono stati progettati secondo i criteri di dimensionamento esposti nella normativa D.M. 19.04.2006. Nel seguente paragrafo vengono esposti i dati assunti per la progettazione di tale opere.

Il disegno geometrico dei tratti di manovra (TR1 e TR3) e di raccordo (TR2, TR4) delle corsie specializzate di immissione e diversione, è stato realizzato secondo lo schema in figura 1.

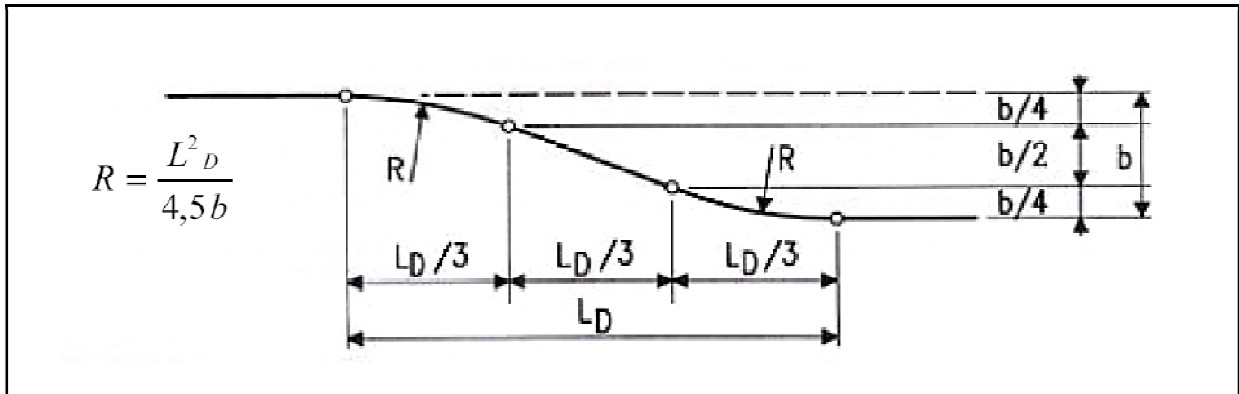


Figura 3.6: Sagomatura dei tratti di manovra e di raccordo.

Il percorso di passaggio dei cigli viene suddiviso in tre tratti uguali:

- un tratto curvilineo con deviazione trasversale pari ad $\frac{1}{4}$ dello spostamento totale;
- un tratto rettilineo, in tangenza al precedente, con deviazione pari ad $\frac{1}{2}$ dello spostamento totale;
- un tratto curvilineo di curvatura opposta al primo, con deviazione $\frac{1}{4}$ dello spostamento totale.

Il tratto di manovra del TR1 e del TR3 ha una lunghezza L_D pari a 90 m; la larghezza b , che rappresenta lo spostamento del ciglio in senso trasversale tra gli estremi del raccordo, è uguale a 3.75 m. Con questi dati il raggio del raccordo è stato calcolato pari a 480 m.

Il tratto di raccordo del TR2 e del TR4 è lungo complessivamente 75 m; la larghezza b , che rappresenta lo spostamento del ciglio in senso trasversale tra gli estremi del raccordo, è uguale a 3.75 m. Con questi dati il raggio del raccordo è stato calcolato pari a 333 m.

3.2.2 DIMENSIONAMENTO DELLE CORSIE SPECIALIZZATE

TR1- CORSIA DI USCITA DALL'AUTOSTRADA A13, CARREGGIATA SUD

La corsia di uscita in esame, composta da un tratto di decelerazione e da un tratto di manovra, si estende per una lunghezza di 258 m. Il tratto di decelerazione di lunghezza $L_{d,u}$ pari a 213 m si sviluppa in parallelo all'asse principale della strada a partire da metà del tratto di manovra (uguale a 90 m), e fino al punto del tracciato individuato dalla sezione n. 42 (progressiva km 0+644.33 del tracciato 1).

La lunghezza di 204 m indicata sulla planimetria di tracciamento (accanto alle quote che individuano l'estensione della corsia specializzata), corrisponde allo sviluppo del tratto che si estende dalla fine del tracciato 1 (V20, km 0+698.22) fino all'inizio del tratto di manovra della corsia specializzata in uscita dall'autostrada.

Sono stati assunti i seguenti dati per il dimensionamento del tratto di decelerazione ($L_{d,u}$):

- velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione : $V_2 = 40 \text{ Km/h} = 11.111 \text{ m/s}$;
- velocità di progetto del tratto di strada da cui provengono i veicoli in uscita: $V_1 = 130 \text{ Km/h} = 36.111 \text{ m/s}$;
- decelerazione assunta per la manovra: $a = 3 \text{ m/s}^2$.

Con questi dati il tratto di variazione cinematica in decelerazione $L_{d,u}$ è risultato pari a 198 m. La lunghezza è stata cautelativamente aumentata di 15 m risultando di un totale complessivo di 213 m.

La lunghezza del tratto di manovra ($L_{m,u}$) per una V_p (del tratto di strada dal quale si dirama la corsia) $\geq 120 \text{ Km/h}$, è stato assunto pari a 90 m.

TR1- CORSIA SPECIALIZZATA DI DIVERSIONE

Si riassumono in forma tabellare i risultati ottenuti dal dimensionamento geometrico-cinematico dei tratti costituenti la corsia di diversione.

V1	130 Km/h = 36.111 m/s
Vp autostrada	130 km/h
V2	40 Km/h = 11.111 m/s
Decelerazione manovra a	$a = 3 \text{ m/s}^2$
Tratto di decelerazione $L_{d,u}$	213 m
Tratto di manovra $L_{m,u}$	90 m
Totale corsia	258

VERIFICA FUNZIONALE

Al fine di verificare la funzionalità dello svincolo di progetto, è stato calcolato il livello di servizio (LOS), secondo lo schema in figura 2. Il metodo HCM 2000 impone il calcolo della densità veicolare (in termini di veicoli equivalenti per km per corsia) nella zona di influenza delle corsie specializzate, come indicatore della qualità della circolazione.

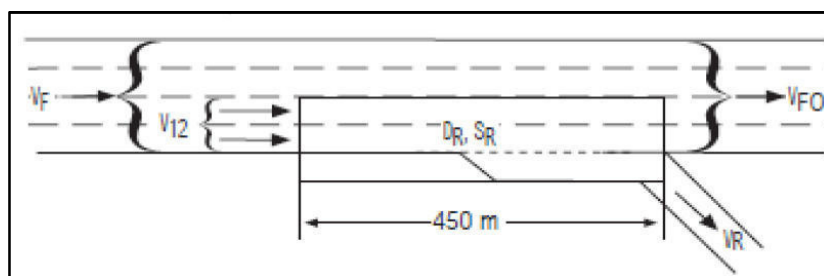


Figura 3.7: Schema funzionale diversione.

Livello di Servizio	Densità [autovetture / km / corsia]
A	≤ 6
B	$6 < D < 12$
C	$12 < D < 17$
D	$17 < D < 22$
E	> 22
F	I valori sono superiori alla capacità

Figura 3.8: Criterio assegnazione LOS in funzione della densità veicolare (HCM).

Per la valutazione del livello di servizio sono stati impiegati i dati relativi ai flussi circolanti sull'autostrada A13 e sulle rampe di progetto, relativi allo scenario del 2040, per l'ora di punta del mattino. Per tale scenario, dal modello di simulazione del traffico, risultano 1.865 veic/h che transitano in direzione "Padova" nella tratta "Boara - Rovigo Nord - Monselice Casello Nuovo". Del totale di 1.865 veic/h, 1.382 sono autovetture e 483 mezzi pesanti. I mezzi pesanti rappresentano dunque il 25.9% rispetto al totale. Di questi veicoli, 122 veic/h escono attraverso la corsia di decelerazione del TR2, rimanendo un totale di 1.743 veic/h circolanti sull'autostrada A13 in direzione Padova. Ipotizzando che si mantenga la stessa percentuale di mezzi pesanti rispetto al totale dei veicoli anche sulla rampa di diversione, risultano 32 mezzi pesanti e quindi 90 autovetture/h.

Vengono esposti in forma tabellare i risultati della verifica funzionale della corsia di decelerazione secondo la metodologia esposta nel manuale HCM 2010.

Caratteristiche della zona di influenza					
Asse principale (autostrada)					
Numero di corsie					3
Veicoli leggeri/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)					1382.002
Veicoli pesanti/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)					482.9977
Volume orario V (totale) (veic/h)					1865
Proporzione di veicoli commerciali nella corrente di traffico	P_T				0.25898 25.898 %
Proporzione di veicoli ricreativi nella corrente di traffico	P_R				0.05 5 %
Coefficiente di equivalenza dei veicoli commerciali	E_T				1.5
Coefficiente di equivalenza dei veicoli ricreativi	E_R				1.2
Fattore correttivo per la presenza di veicoli pesanti	f_{HV}				0.877586
Fattore dell'ora di punta	PHF				0.9
Fattore correttivo per la presenza di utenti non abituali	f_p				1
Flusso per il picco di 15 min in autovetture equivalenti	$Q_{p=V_F}$				2361.277

Caratteristiche della zona di influenza					
Rampa di diversione					
Numero di corsie					1
Veicoli leggeri/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)					90.40444
Veicoli pesanti/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)					31.59556
Volume orario V (totale) (veic/h)					122
Proporzione di veicoli commerciali nella corrente di traffico	P_T				0.25898 25.898 %
Proporzione di veicoli ricreativi nella corrente di traffico	P_R				0.05 5 %
Coefficiente di equivalenza dei veicoli commerciali	E_T				2.5
Coefficiente di equivalenza dei veicoli ricreativi	E_R				2
Fattore correttivo per la presenza di veicoli pesanti	f_{HV}				0.695183
Fattore dell'ora di punta	PHF				0.9
Fattore correttivo per la presenza di utenti non abituali	f_p				1
Flusso per il picco di 15 min in autovetture equivalenti	$Q_{i=V_R}$				194.9926

Valutazione dei flussi di traffico entranti/uscenti nella/dalla zona di influenza					
Lunghezza corsia di decelerazione		L_D			213
Parte del flusso rimanente sulla corsia 1 e 2		P_{FD}			0.691998 Equazione 5
Flusso sulla corsia 1 e 2		$V_{12} = V_R + (V_F - V_R) * P_{FD}$			1694.058
Flusso totale entrante nell'area di influenza della rampa					1694.058
Densità nella zona di influenza (ae/km/corsia)		D_R			7.722606
LOS					B Verificato

I valori con sfondo giallo sono l'esito di calcoli con le formule del metodo HCM, mentre i valori con sfondo grigio rappresentano ipotesi progettuali.

La densità veicolare nella zona di influenza, pari a 7.72 (ae/km/corsia) ricade nell'intervallo relativo al livello di servizio "B". La zona di diversione dimensionata garantisce una qualità della circolazione elevata con condizioni di deflusso stabile.

La zona di diversione è stata verificata anche per lo scenario di progetto del 2035 e del 2025. Si riportano soltanto le densità veicolari ottenute nella zona di influenza e il livello di servizio associato.

I risultati ottenuti dalle verifiche, sintetizzati nella tabella seguente, hanno dato esito positivo.

Scenario	Densità zona influenza	LOS	Esito
2040	7.72	B	Verificato
2035	7.61	B	Verificato
2025	7.13	B	Verificato

TR2- CORSIA DI IMMISSIONE NELL'AUTOSTRADA A13, CARREGGIATA SUD

La presente corsia di immissione si estende per una lunghezza di 475 m. Il tratto di accelerazione di lunghezza $L_{a,e}$ pari a 200 m si sviluppa a partire dal punto di tangenza tra l'elemento planimetrico a curvatura costante di raggio pari a 70 m e l'elemento a curvatura variabile che lo segue (progressiva km 0+635.52). La zona effettiva di immissione risulta uguale a 418 m.

La lunghezza di 361 m indicata sulla planimetria di tracciamento (accanto alle quote che individuano l'estensione della corsia specializzata), corrisponde allo sviluppo del tratto che si estende dalla fine del tracciato 2 (V27, km 0+746.97) fino alla fine del tratto di raccordo della corsia specializzata rientrata.

Sono stati assunti i seguenti dati per il dimensionamento del tratto di accelerazione ($L_{a,e}$):

- velocità di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione: $V_1 = 40 \text{ Km/h} = 11.111 \text{ m/s}$;
- velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette: 130 km/h ;
- $V_2 = 0.8 * V_p \text{ Km/h} = 104 \text{ Km/h} = 28.888 \text{ m/s}$;
- accelerazione assunta per la manovra: $a = 1 \text{ m/s}^2$;

Con questi dati il tratto di variazione cinematica in accelerazione $L_{a,e}$ è risultato pari a 355.53 m.

La lunghezza della corsia di accelerazione è stata aumentata a 400 m per assorbire future diverse esigenze derivanti dal calcolo funzionale.

La lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ per una velocità di progetto della strada in cui ci si immette, maggiore di 80 km/h (precisamente 130 km/h), risulta secondo normativa, uguale a 75 m.

TR2- CORSIA SPECIALIZZATA DI IMMISSIONE

Si riportano in forma tabellare i risultati ottenuti dal dimensionamento geometrico-cinematico dei tratti costituenti la corsia di immissione.

V_1	$40 \text{ Km/h} = 11.111 \text{ m/s}$
V_p autostrada	130 km/h
$V_2 = 0.8 V_p$	$104 \text{ Km/h} = 28.888 \text{ m/s}$

Accelerazione manovra a	$a = 1 \text{ m/s}^2$
Tratto di accelerazione $L_{a,e}$	355.53 m
Zona di immissione $L_{i,e}$	418 m
Tratto di raccordo $L_{v,e}$	75 m
Linea continua	30 m
Totale corsia	475

DIMENSIONAMENTO FUNZIONALE

Il progetto delle corsie di immissione prevede la verifica funzionale dell'intera "zona di immissione" seguendo il metodo indicato dall'HighwayCapacity Manual (HCM 2000). In particolare, la verifica garantisce che la lunghezza della zona di immissione, come risultante dal predimensionamento geometrico-funzionale (pari alla lunghezza complessiva della porzione parallela del tratto di accelerazione, a meno dei primi 30 m, e del tratto di raccordo), fornisca un livello di servizio che risulti non inferiore a LOS B (come indicato nel capitolo 5 del D.M. 19.04.2006). Altrimenti, la lunghezza sarà maggiorata fino al raggiungimento del LOS richiesto.

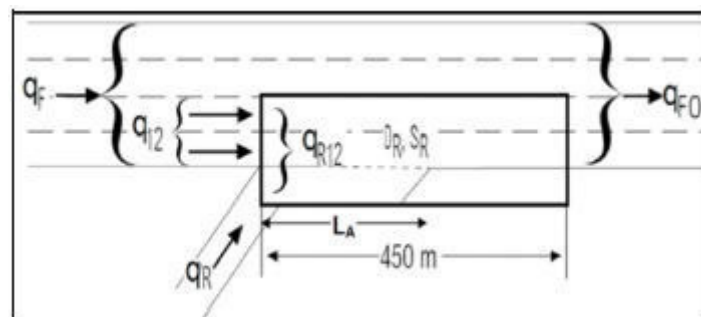


Figura 3.9:Schema funzionale immissione.

La zona di immissione ipotizzata per la rampa del TR2 è pari a 418 m.

Seguono le scelte progettuali impiegate per la verifica funzionale della zona di immissione del TR2.

Per il calcolo del livello di servizio sono stati impiegati i flussi circolanti sull'autostrada A13 e sulle rampe di progetto, relativi allo scenario del 2040, per l'ora di punta del mattino. Per tale scenario, dal modello di simulazione del traffico, risultano 1.865 veic/h che transitano in direzione "Padova" nella tratta "Boara - Rovigo Nord - Monselice Casello Nuovo". Del totale di 1.865 veic/h, 1.382 sono autovetture e 483 mezzi pesanti. I mezzi pesanti rappresentano dunque il 25.9% rispetto al totale dei veicoli. Di questi veicoli, 122 veic/h escono attraverso la corsia di decelerazione del TR2, rimanendo

un totale di 1.743 veic/h circolanti sull'autostrada A13 in direzione Padova. Ipotizzando che si mantenga la stessa percentuale di mezzi pesanti rispetto al totale dei veicoli, risultano 451 mezzi pesanti e quindi 1.292 autovetture/h. I flussi di traffico circolanti sulla rampa di immissione del TR2, risultano invece, sempre per lo scenario di progetto del 2040, 601 veic/h. In assenza dei dati riguardo la composizione del traffico veicolare, è stata ipotizzata una percentuale di veicoli pesanti nella corrente di traffico pari a 25.9 %, come per la carreggiata principale. Di conseguenza, i veicoli commerciali circolanti sulla rampa sono pari a 155 veic/h, mentre il totale delle autovetture è uguale a 446 veic/h.

Si riportano dunque in forma tabellare i risultati della verifica funzionale della zona di immissione secondo la metodologia esposta nel manuale HCM.

Caratteristiche della zona di influenza			
Asse principale (autostrada)			
Numero di corsie			3
Veicoli leggeri/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)			1292
Veicoli pesanti/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)			451
Volume orario V (totale) (veic/h)			1743
Proporzione di veicoli commerciali nella corrente di traffico	P_T	0.25898	25.898 %
Proporzione di veicoli ricreativi nella corrente di traffico	P_R	0.05	5 %
Coefficiente di equivalenza dei veicoli commerciali	E_T	1.5	
Coefficiente di equivalenza dei veicoli ricreativi	E_R	1.2	
Fattore correttivo per la presenza di veicoli pesanti	f_{HV}	0.877586	
Fattore dell'ora di punta	PHF	0.9	
Fattore correttivo per la presenza di utenti non abituali	f_p	1	
Flusso per il picco di 15 min in autovetture equivalenti	$Q_{p=V_F}$	2206.812	

Caratteristiche della zona di influenza			
Rampa di immissione			
Numero di corsie			1
Veicoli leggeri/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)			446
Veicoli pesanti/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)			155
Volume orario V (totale) (veic/h)			601
Proporzione di veicoli commerciali nella corrente di traffico	P_T	0.25898	25.898 %
Proporzione di veicoli ricreativi nella corrente di traffico	P_R	0.05	5 %
Coefficiente di equivalenza dei veicoli commerciali	E_T	2.5	
Coefficiente di equivalenza dei veicoli ricreativi	E_R	2	
Fattore correttivo per la presenza di veicoli pesanti	f_{HV}	0.695183	
Fattore dell'ora di punta	PHF	0.9	
Fattore correttivo per la presenza di utenti non abituali	f_p	1	
Flusso per il picco di 15 min in autovetture equivalenti	$Q_{i=V_R}$	960.5783	

Valutazione dei flussi di traffico entranti/uscenti nella/dalla zona di influenza						
Lunghezza zona di immissione			L_A			418
Distanza dalla rampa di uscita a monte (m)			L_{up}			75
Free flow speed della rampa - velocità di progetto (Km/h)			S_{FR}			40
Lunghezza equivalente			L_{eq}			58.67887
Parte del flusso rimanente sulla corsia 1 e 2			P_{FM}			0.615956
Flusso sulla corsia 1 e 2			$V_{12} = V_F * P_{FM}$			1359.299
Flusso totale entrante nell'area di influenza della rampa			$V_{R12} = V_{12} + V_R$			2319.878
Densità nella zona di influenza (ae/km/corsia)			D_R			8.964834
LOS						B
			$D_R = 3.402 + 0.00456 * V_R + 0.0048 * V_{12} - 0.01278 * L_A$			Verificato

I valori con sfondo giallo sono l'esito di calcoli con le formule del metodo HCM, mentre i valori con sfondo grigio rappresentano ipotesi progettuali.

La densità veicolare nella zona di influenza, pari a 8.84 (ae/km/corsia) ricade nell'intervallo relativo al livello di servizio "B". La zona di immissione dimensionata garantisce una qualità della circolazione elevata con condizioni di deflusso stabile.

La zona di immissione è stata verificata anche per lo scenario di progetto del 2035 e del 2025. Si riportano soltanto le densità veicolari ottenute nella zona di influenza e il livello di servizio associato.

I risultati ottenuti dalle verifiche, sintetizzati nella tabella seguente, hanno dato esito positivo.

Scenario	Densità zona influenza	LOS	Esito
2040	8.96	B	Verificato
2035	8.81	B	Verificato
2025	8	B	Verificato

TR3- CORSIA DI USCITA DALL'AUTOSTRADA A13, CARREGGIATA NORD

La corsia di uscita in esame, composta da un tratto di decelerazione e da un tratto di manovra, si estende per una lunghezza di 258 m. Il tratto di decelerazione di lunghezza $L_{d,u}$ pari a 213 m si sviluppa in parallelo all'asse principale della strada a partire da metà del tratto di manovra (con sviluppo di 90 m), fino al punto del tracciato individuato dalla sezione n. 3-20 (progressiva km 0+360.28 del tracciato 3).

La lunghezza di 142 m indicata sul disegno (accanto alle quote che individuano l'estensione della corsia specializzata), corrisponde allo sviluppo del tratto che si estende dalla fine del tracciato 3 (V35, km 0+475.85) fino all'inizio del tratto di manovra della corsia specializzata in uscita dall'autostrada.

Sono stati assunti i seguenti dati per il dimensionamento del tratto di decelerazione ($L_{d,u}$):

- velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione : $V_2 = 40 \text{ Km/h} = 11.111 \text{ m/s}$;
- velocità di progetto del tratto di strada da cui provengono i veicoli in uscita: $V_1 = 130 \text{ Km/h} = 36.111 \text{ m/s}$;
- decelerazione assunta per la manovra: $a = 3 \text{ m/s}^2$.

Con questi dati il tratto di variazione cinematica in decelerazione $L_{d,u}$ è risultato pari a 198 m. La lunghezza è stata cautelativamente aumentata di 15 m risultando di un totale complessivo di 213 m.

La lunghezza del tratto di manovra ($L_{m,u}$) per una V_p (del tratto di strada dal quale si dirama la corsia) $\geq 120 \text{ Km/h}$, è stato assunto pari a 90 m.

TR3- CORSIA SPECIALIZZATA DI DIVERSIONE

Si riassumono in forma tabellare i risultati ottenuti dal dimensionamento geometrico-cinematico dei tratti costituenti la corsia di diversione.

V1	130 Km/h = 36.111 m/s
Vp autostrada	130 km/h
V2	40 Km/h = 11.111 m/s
Decelerazione manovra a	$a = 3 \text{ m/s}^2$
Tratto di decelerazione $L_{d,u}$	213 m
Tratto di manovra $L_{m,u}$	90 m
Totale corsia	258

VERIFICA FUNZIONALE

Al fine di verificare la funzionalità dello svincolo di progetto, è stato valutato il livello di servizio (LOS).

Per il calcolo della densità veicolare nella zona di influenza sono stati impiegati i flussi circolanti sull'autostrada A13 e sulle rampe di progetto, relativi allo scenario del 2040, per l'ora di punta del mattino. Per tale scenario, dal modello di simulazione del traffico, risultano 2.200 veic/h che transitano in direzione "Bologna" nella tratta " Monselice Casello Nuovo – Monselice ". Del totale di 2.200 veic/h, 1.658 sono autovetture e 542 mezzi pesanti. I mezzi pesanti rappresentano dunque 24.64% rispetto al totale dei veicoli. Di questi veicoli, 270 veic/h escono attraverso la rampa di diversione del TR3. Ipotizzando che si mantenga la stessa percentuale di mezzi pesanti rispetto al

totale dei veicoli, risultano 67 mezzi pesanti e quindi 203 autovetture/h, circolanti sulla rampa di diversione. Nelle seguenti tabelle vengono riassunte le scelte progettuali e i risultati dei calcoli.

Caratteristiche della zona di influenza				
Asse principale (autostrada)				
Numero di corsie				3
Veicoli leggeri/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)				1657.92
Veicoli pesanti/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)				542.08
Volume orario V (totale) (veic/h)				2200
Proporzione di veicoli commerciali nella corrente di traffico	P_T			0.2464 24.64 %
Proporzione di veicoli ricreativi nella corrente di traffico	P_R			0.05 5 %
Coefficiente di equivalenza dei veicoli commerciali	E_T			1.5
Coefficiente di equivalenza dei veicoli ricreativi	E_R			1.2
Fattore correttivo per la presenza di veicoli pesanti	f_{HV}			0.882457
Fattore dell'ora di punta	PHF			0.9
Fattore correttivo per la presenza di utenti non abituali	f_p			1
Flusso per il picco di 15 min in autovetture equivalenti	$Q_{p=V_F}$			2770.044

Caratteristiche della zona di influenza				
Rampa di diversione				
Numero di corsie				1
Veicoli leggeri/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)				203.472
Veicoli pesanti/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)				66.528
Volume orario V (totale) (veic/h)				270
Proporzione di veicoli commerciali nella corrente di traffico	P_T			0.2464 24.64 %
Proporzione di veicoli ricreativi nella corrente di traffico	P_R			0.05 5 %
Coefficiente di equivalenza dei veicoli commerciali	E_T			2.5
Coefficiente di equivalenza dei veicoli ricreativi	E_R			2
Fattore correttivo per la presenza di veicoli pesanti	f_{HV}			0.704424
Fattore dell'ora di punta	PHF			0.9
Fattore correttivo per la presenza di utenti non abituali	f_p			1
Flusso per il picco di 15 min in autovetture equivalenti	$Q_{i=V_R}$			425.88

Valutazione dei flussi di traffico entranti/uscenti nella/dalla zona di influenza				
Lunghezza corsia di decelerazione	L_D			213
Parte del flusso rimanente sulla corsia 1 e 2	P_{FD}			0.671158 Equazione 5
Flusso sulla corsia 1 e 2	$V_{12} = V_R + (V_F - V_R) * P_{FD}$			1999.186
Flusso totale entrante nell'area di influenza della rampa				1999.186
Densità nella zona di influenza (ae/km/corsia)	D_R			9.339784
LOS				B Verificato

La densità veicolare nella zona di influenza, pari a 9.93 (ae/km/corsia) ricade nell'intervallo relativo al livello di servizio "B". La zona di diversione dimensionata garantisce una qualità della circolazione elevata con condizioni di deflusso stabile.

La zona di diversione è stata verificata anche per lo scenario di progetto del 2035 e del 2025. Si riportano soltanto le densità veicolari ottenute nella zona di influenza e il livello di servizio associato. I risultati ottenuti dalle verifiche, sintetizzati nella tabella seguente, hanno dato esito positivo.

Scenario	Densità zona influenza	LOS	Esito
2040	9.34	B	Verificato
2035	9.17	B	Verificato
2025	8.59	B	Verificato

TR4- CORSIA DI IMMISSIONE NELL'AUTOSTRADA A13, CARREGGIATA SUD

La corsia di immissione in esame si estende per una lunghezza di 450 m. Il tratto di accelerazione di lunghezza $L_{a,e}$ pari a 375 m si sviluppa a partire dal punto di tangenza tra l'elemento planimetrico a curvatura costante di raggio pari a 105 m e l'elemento a curvatura variabile che lo segue (progressiva km 0+323.80). La zona effettiva di immissione risulta avere sviluppo di 364m.

La lunghezza di 323 m indicata sul disegno (accanto alle quote che individuano l'estensione della corsia specializzata), corrisponde allo sviluppo del tratto che si estende dalla fine del tracciato 4 (V48, km 0+451.07) fino alla fine del tronco di raccordo della corsia specializzata.

Sono stati assunti i seguenti dati per il dimensionamento del tratto di accelerazione ($L_{a,e}$):

- velocità di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione: $V_1 = 42 \text{ Km/h} = 11.667 \text{ m/s}$;
- velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette: 130 km/h ;
- $V_2 = 0.8 * V_p \text{ Km/h} = 104 \text{ Km/h} = 28.888 \text{ m/s}$;
- accelerazione assunta per la manovra: $a = 1 \text{ m/s}^2$;

Con questi dati il tratto di variazione cinematica in accelerazione $L_{a,e}$ è risultato pari a 350 m.

La lunghezza della corsia di accelerazione è stata aumentata a 375 m per assorbire future diverse esigenze derivanti dal calcolo funzionale.

La lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ per una velocità di progetto della strada in cui ci si immette, maggiore di 80 km/h (precisamente 130 km/h), risulta secondo normativa, uguale a 75 m.

TR4- CORSIA SPECIALIZZATA DI IMMISSIONE

Si riportano in forma tabellare i risultati ottenuti dal dimensionamento geometrico-cinematico dei tratti costituenti la corsia di immissione.

V1	42 Km/h = 11.667 m/s
Vp autostrada	130 km/h
V2 = 0.8 Vp	104 Km/h = 28.888 m/s
Accelerazione manovra a	a = 1 m/s ²
Tratto di accelerazione L _{a,e}	350m
Zona di immissione L _{i,e}	364 m
Tratto di raccordo L _{v,e}	75 m
Linea continua	30 m
Totale corsia	450

DIMENSIONAMENTO FUNZIONALE

Il progetto delle corsie di immissione prevede la verifica funzionale dell'intera "zona di immissione" seguendo il metodo indicato dall'HighwayCapacity Manual (HCM 2000). Il livello minimo da garantire è pari a LOS B (come indicato nel capitolo 5 del D.M. 19.04.2006). Altrimenti, la lunghezza sarà maggiorata fino al raggiungimento del LOS richiesto.

La zona di immissione ipotizzata per la rampa del TR2 è pari a 364 m.

Seguono le scelte progettuali impiegate per la verifica funzionale della zona di immissione del TR2.

Per il calcolo del livello di servizio sono stati impiegati i flussi circolanti sull'autostrada A13 e sulle rampe di progetto relativi allo scenario di progetto del 2040, per l'ora di punta del mattino. Per tale scenario, dal modello di simulazione del traffico, risultano 2.200 veic/h che transitano in direzione "Bologna" nella tratta " Monselice Casello Nuovo – Monselice ". Del totale di 2.200 veic/h, 1.658 sono autovetture e 542 mezzi pesanti. I mezzi pesanti rappresentano dunque il 24.64% rispetto al totale dei veicoli. Di questi veicoli, 270 veic/h escono attraverso la corsia di decelerazione del TR3, rimanendo un totale di 1.930 veic/h circolanti sull'autostrada A13 in direzione Bologna. Ipotizzando che si mantenga la stessa percentuale di 24.64% di mezzi pesanti rispetto al totale dei veicoli, risultano 476 mezzi pesanti e quindi 1.454 autovetture/h. I flussi di traffico circolanti sulla rampa di immissione del TR2, risultano invece, sempre per lo scenario di progetto del 2040, 133 veic/h. In assenza dei dati riguardo la composizione del traffico veicolare, è stata ipotizzata una percentuale di veicoli pesanti nella corrente di traffico pari a 24.64 %, come per la strada principale. Di conseguenza, i veicoli

commerciali circolanti sulla rampa sono pari a 33 veic/h, mentre il totale delle autovetture è uguale a 100 veic/h.

Si riportno dunque in forma tabellare i risultati della verifica funzionale della zona di immissione secondo la metodologia esposta nel manuale HCM.

Caratteristiche della zona di influenza				
Asse principale (autostrada)				
Numero di corsie				3
Veicoli leggeri/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)				1454
Veicoli pesanti/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)				476
Volume orario V (totale) (veic/h)				1930
Proporzione di veicoli commerciali nella corrente di traffico	P_T		0.2464	24.64 %
Proporzione di veicoli ricreativi nella corrente di traffico	P_R		0.05	5 %
Coefficiente di equivalenza dei veicoli commerciali	E_T		1.5	
Coefficiente di equivalenza dei veicoli ricreativi	E_R		1.2	
Fattore correttivo per la presenza di veicoli pesanti	f_{HV}		0.882457	
Fattore dell'ora di punta	PHF		0.9	
Fattore correttivo per la presenza di utenti non abituali	f_p		1	
Flusso per il picco di 15 min in autovetture equivalenti	$Q_{p=V_F}$		2430.084	

Caratteristiche della zona di influenza				
Rampa di immissione				
Numero di corsie				1
Veicoli leggeri/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)				100
Veicoli pesanti/ora su corrente principale (ora di punta, scenario 2040)				33
Volume orario V (totale) (veic/h)				133
Proporzione di veicoli commerciali nella corrente di traffico	P_T		0.2464	24.64 %
Proporzione di veicoli ricreativi nella corrente di traffico	P_R		0.05	5 %
Coefficiente di equivalenza dei veicoli commerciali	E_T		2.5	
Coefficiente di equivalenza dei veicoli ricreativi	E_R		2	
Fattore correttivo per la presenza di veicoli pesanti	f_{HV}		0.704424	
Fattore dell'ora di punta	PHF		0.9	
Fattore correttivo per la presenza di utenti non abituali	f_p		1	
Flusso per il picco di 15 min in autovetture equivalenti	$Q_{i=V_R}$		209.7853	

Valutazione dei flussi di traffico entranti/uscenti nella/dalla zona di influenza				
Lunghezza zona di immissione		L_A		364
Distanza dalla rampa di uscita a monte (m)		L_{up}		217
Free flow speed della rampa - velocità di progetto (Km/h)		S_{FR}		40
Lunghezza equivalente		L_{eq}		-1.76879
Parte del flusso rimanente sulla corsia 1 e 2		P_{FM}		0.610988
Flusso sulla corsia 1 e 2		$V_{12} = V_F * P_{FM}$		1484.752
Flusso totale entrante nell'area di influenza della rampa		$V_{R12} = V_{12} + V_R$		1694.538
Densità nella zona di influenza (ae/km/corsia)		D_R		6.833513
LOS				B
		$D_R = 3.402 + 0.00456 * V_R + 0.0048 * V_{12} - 0.01278 * L_A$		Verificato

I valori con sfondo giallo sono l'esito di calcoli con le formule del metodo HCM, mentre i valori con sfondo grigio rappresentano ipotesi progettuali. La densità veicolare nella zona di influenza, pari a 6.83 (ae/km/corsia) ricade nell'intervallo relativo al livello di servizio "B". La zona di immissione dimensionata garantisce una qualità della circolazione elevata con condizioni di deflusso stabile.

La zona di immissione è stata verificata anche per lo scenario di progetto del 2035 e del 2025.

Si riportano soltanto le densità veicolari ottenute nella zona di influenza e il livello di servizio associato. I risultati ottenuti dalle verifiche, sintetizzati nella tabella seguente, hanno dato esito positivo.

Scenario	Densità zona influenza	LOS	Esito
2040	6.83	B	Verificato
2035	6.8	B	Verificato
2025	6.46	B	Verificato

3.3 ALLARGAMENTO DELLA CARREGGIATA IN CURVA

3.3.1. PREMESSA

Gli allargamenti della carreggiata in curva sono stati calcolati secondo i criteri esposti nel D.M. 05.11.2001. Gli allargamenti sono necessari allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, conservando i necessari franchi fra la relativa sagoma limite ed i margini delle corsie. La normativa prevede che nelle curve circolari ciascuna corsia sia allargata di una quantità E, data dalla relazione:

$$E = K/R;$$

dove K = 45

R = raggio esterno (in m) della corsia.

3.3.2. IL CALCOLO DEGLI ALLARGAMENTI

Nelle seguenti figure (*figura 3.10– figura 3.13*) si riportano i calcoli degli allargamenti eseguiti tramite il software di progettazione assistita Civil Design 9.0.

In sintesi, il tracciato 1, contiene nella sua composizione tre curve circolari. In corrispondenza della prima curva circolare del tracciato (progressiva 133.189-229.890 m) di raggio pari a 138 m, ciascuna corsia della carreggiata è stata allargata (verso l'interno della curva) di una quantità E uguale a 0.33

m. In corrispondenza della seconda curva circolare del tracciato (progressiva 408.236 – 515.664 m) di raggio uguale a 56 m, ciascuna corsia della carreggiata è stata allargata di una quantità E pari a 0.80 m. Per quanto riguarda la terza curva circolare, di raggio pari a 50 m, l'allargamento E di ciascuna corsia della carreggiata è stato calcolato pari a 0.9 m in corrispondenza della sezione 33 (progressiva 519.12 m). A partire dalla sezione 33 la carreggiata del tracciato 1 diventa monodirezionale e l'allargamento E di 0.9 m viene applicato all'unica corsia della carreggiata.

La parte iniziale del tracciato 2 (progressiva 515.471 m) essendo parte in comune al tracciato 1, è interessata dalla curva circolare di raggio pari a 56 m e di conseguenza da un allargamento di 0.8 m.

In corrispondenza della seconda curva del tracciato (progressiva 566.135-632.502 m) di raggio uguale a 70 m, la corsia della carreggiata monodirezionale è stata allargata di una quantità E pari a 0.64 m.

Il tracciato 3 contiene nella sua composizione una curva circolare di raggio pari a 105 m (progressiva 65.695 – 324.071); di conseguenza la corsia monodirezionale della carreggiata è stata allargata di una quantità E uguale a 0.43 m.

In corrispondenza della prima curva del tracciato 4 (progressiva 85.695 – 324.071 m) di raggio 105 m, è stato calcolato un allargamento uguale a 0.41 m. Per quanto riguarda la seconda curva del tracciato (progressiva 239.442 – 323.797) di raggio uguale a 105 m l'allargamento E corrispondente è uguale a 0.43 m.

Lo sviluppo degli allargamenti a monte e a valle delle curve circolari (lungo le curve di raccordo) è avvenuto secondo i criteri esposti nella citata normativa (D.M. 05.11.2001).

Prog [m]	All 1 Sx E [m]	All 1 Sx I [m]	All 0 Sx E [m]	All 0 Sx I [m]	All 0 Dx I [m]	All 0 Dx E [m]	All 1 Dx I [m]	All 1 Dx E [m]
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66.144	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140.689	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
222.390	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
278.443	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
352.695	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
415.736	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
515.664	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
519.117	0.00	0.00	0.91	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00
616.613	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
651.830	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
698.216	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 3.10: Calcolo allargamenti – TR1;

Prog [m]	All 1 Sx E [m]	All 1 Sx I [m]	All 0 Sx E [m]	All 0 Sx I [m]	All 0 Dx I [m]	All 0 Dx E [m]	All 1 Dx I [m]	All 1 Dx E [m]
515.471	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
524.889	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
543.637	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
558.637	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
573.635	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00
625.002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00
666.620	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
746.973	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 3.11: Calcolo allargamenti – TR2;

Prog [m]	All 1 Sx E [m]	All 1 Sx I [m]	All 0 Sx E [m]	All 0 Sx I [m]	All 0 Dx I [m]	All 0 Dx E [m]	All 1 Dx I [m]	All 1 Dx E [m]
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.068	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
93.195	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
316.571	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
367.781	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
475.845	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 3.12: Calcolo allargamenti – TR3;

Prog [m]	All 1 Sx E [m]	All 1 Sx I [m]	All 0 Sx E [m]	All 0 Sx I [m]	All 0 Dx I [m]	All 0 Dx E [m]	All 1 Dx I [m]	All 1 Dx E [m]
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67.536	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140.367	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00
158.203	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00
195.072	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210.072	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
246.942	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00
316.297	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00
387.278	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
451.070	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 3.13: Calcolo allargamenti – TR4;

Come specificato nella relazione di progetto, a seguito dell'analisi di visibilità è risultato necessario realizzare un allargamento della banchina, lungo il lato interno di un paio di curve del tracciato numero 1; più precisamente le progressive in questione e gli allargamenti associati sono:

- Progressiva km 0+470: 15 cm
- Progressiva km 0+480: 15 cm
- Progressiva km 0+500: 22 cm
- Progressiva km 0+520: 15 cm
- Progressiva km 0+540: 15 cm

Nelle tavole relative all'analisi della visibilità per l'arresto, è stato rappresentato in colore "magenta" l'ampliamento necessario per la visibilità, per le progressive menzionate sopra.

4. **RACCORDI ALTIMETRICI**

La successione delle livellette e dei raggi di raccordo del tracciato altimetrico garantiscono la percorrenza dei vari tracciati alle velocità di progetto definite, garantendo la distanza di visibilità per l'arresto del veicolo di fronte a eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata.

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche dei profili di progetto di ogni tracciato:

Pollinea		Limiti Cartiglio TR1								Verifica		
Layer:	PROGETTO	Prog. iniziale:	0.000000	Prog. finale:	713.216413	Quota rif.:	-10.000000	Quota max.:	34.000000	Diagramma Velocità	Pre	
<input type="checkbox"/> Mantieni Originale	Seleziona <									Tipo Profilo:	St	
Vertici												
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito	Verifiche		
▶ 0	0.0005	-2.8364	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	●	...		
1	80.0000	-2.8364	79.9995	74.4830	0.0000	0.0000	79.9995	74.4830	●	...		
2	134.7302	-1.6287	54.7302	37.0357	2.2066	1.2077	54.7435	37.0447	●	...		
3	269.4120	6.8103	134.6819	91.9446	6.2659	8.4390	134.9460	92.1249	●	...		
4	324.5898	6.8953	55.1777	23.0607	0.1540	0.0850	55.1778	23.0607	●	...		
5	378.5574	6.8103	53.9676	22.5346	-0.1575	-0.0850	53.9677	22.5346	●	...		
6	479.9845	0.5902	101.4271	50.0879	-6.1326	-6.2201	101.6177	50.1820	●	...		
7	551.4413	0.5902	71.4568	40.8339	0.0000	0.0000	71.4568	40.8339	●	...		
Raccordi Verticali												
N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel	Esito	Verifiche
1	Parabolico	500.0000	2.2066	11.0338	74.4835	85.5165	11.0329	<input type="checkbox"/>	40.0000	✓	●	...
2	Parabolico	600.0000	4.0593	24.3795	122.5522	146.9081	24.3559	<input type="checkbox"/>	40.0000	✓	●	...
3	Parabolico	1000.0000	-6.1119	61.1595	238.8527	299.9713	61.1186	<input type="checkbox"/>	40.0000	✓	●	...
4	Parabolico	1000.0000	-0.3115	3.1155	323.0320	326.1475	3.1155	<input type="checkbox"/>	40.0000	✓	●	...
5	Parabolico	1000.0000	-5.9751	59.7890	348.6821	408.4327	59.7506	<input type="checkbox"/>	40.0000	✓	●	...
6	Parabolico	700.0000	6.1326	42.9548	458.5205	501.4485	42.9279	<input type="checkbox"/>	40.0000	✓	●	...
7	Parabolico	1000.0000	-1.8318	18.3190	542.2824	560.6003	18.3180	<input type="checkbox"/>	40.0000	✓	●	...
8	Parabolico	500.0000	3.0269	15.1349	617.1694	632.3037	15.1343	<input type="checkbox"/>	40.0000	✓	●	...
▶ 9	Parabolico	1000.0000	-1.1779	11.7791	634.1106	645.8894	11.7788	<input type="checkbox"/>	40.0000	✓	●	...

Figura 4.1: TR1: caratteristiche geometriche del tracciato altimetrico.

Polilinea		Limiti Cartiglio TR2									
Layer:	PROGETTO	Prog. iniziale:	515.471400								
<input type="checkbox"/> Mantieni Originale	<input type="button" value="Seleziona <"/>	Prog. finale:	761.973331								
		Quota rif.:	-10.000000								
		Quota max.:	34.000000								

Vertici											
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito	Verifiche	
▶ 0	515.4719	0.5896	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	⊙	...	
1	548.5891	0.5902	33.1172	26.0356	0.0018	0.0006	33.1172	26.0356	●	...	
2	632.5241	-0.3990	83.9350	73.6008	-1.1785	-0.9891	83.9408	73.6059	●	...	
3	659.1387	-0.5395	26.6146	20.7255	-0.5279	-0.1405	26.6150	20.7258	●	...	
4	740.0001	-0.5400	80.8614	78.2250	-0.0006	-0.0005	80.8614	78.2250	●	...	

Raccordi Verticali												
N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel	Esito	Verifiche
1	Parabolico	1200.0000	-1.1803	14.1635	541.5075	555.6707	14.1631	<input type="checkbox"/>	40.0000	<input type="checkbox"/>	●	...
2	Parabolico	1000.0000	0.6505	6.5055	629.2714	635.7767	6.5053	<input type="checkbox"/>	60.0000	<input type="checkbox"/>	●	...
▶ 3	Parabolico	1000.0000	0.5273	5.2729	656.5022	661.7751	5.2729	<input type="checkbox"/>	60.0000	<input type="checkbox"/>	●	...

Figura 4.2: TR2: caratteristiche geometriche del tracciato altimetrico.

Polilinea		Limiti Cartiglio TR3									
Layer:	PROGETTO	Prog. iniziale:	0.000000								
<input type="checkbox"/> Mantieni Originale	<input type="button" value="Seleziona <"/>	Prog. finale:	490.845075								
		Quota rif.:	-10.000000								
		Quota max.:	34.000000								

Vertici											
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito	Verifiche	
▶ 0	0.0000	-2.9386	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	⊙	...	
1	80.0000	-2.9386	80.0000	72.7005	0.0000	0.0000	80.0000	72.7005	●	...	
2	204.8827	-1.1154	124.8827	108.0461	1.4599	1.8232	124.8960	108.0577	●	...	
3	340.0000	-0.5746	135.1173	122.3877	0.4002	0.5408	135.1184	122.3886	●	...	
4	460.0000	-0.5200	120.0000	116.8074	0.0455	0.0546	120.0000	116.8074	●	...	

Raccordi Verticali												
N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel	Esito	Verifiche
1	Parabolico	1000.0000	1.4599	14.5996	72.7005	87.2995	14.5991	<input type="checkbox"/>	55.0000	<input type="checkbox"/>	●	...
▶ 2	Parabolico	1800.0000	-1.0597	19.0750	195.3457	214.4197	19.0740	<input type="checkbox"/>	55.0000	<input type="checkbox"/>	●	...
3	Parabolico	1800.0000	-0.3547	6.3853	336.8074	343.1926	6.3852	<input type="checkbox"/>	55.0000	<input type="checkbox"/>	●	...

Figura 4.3: TR3: caratteristiche geometriche del tracciato altimetrico.

Pollinea		Limiti Cartiglio TR4										
Layer:	PROGETTO	Prog. iniziale:	0.000000									
<input type="checkbox"/> Mantieni Originale	<input type="button" value="Seleziona <"/>	Prog. finale:	466.069878									
		Quota rif.:	-10.000000									
		Quota max.:	34.000000									

Vertici											
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito	Verifiche	
▶ 0	0.0000	-2.8460	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	●	...	
1	40.0005	-2.8464	40.0005	34.4565	-0.0010	-0.0004	40.0005	34.4565	●	...	
2	94.7307	-1.6332	54.7302	46.8323	2.2166	1.2132	54.7436	46.8438	●	...	
3	135.3620	-0.3500	40.6313	19.6657	3.1582	1.2832	40.6516	19.6755	●	...	
4	229.9366	-0.8836	94.5746	72.0470	-0.5642	-0.5336	94.5761	72.0481	●	...	
5	360.3156	-0.5981	130.3790	124.4103	0.2190	0.2855	130.3794	124.4106	●	...	
6	420.0000	-0.6035	59.6844	57.5256	-0.0091	-0.0054	59.6844	57.5256	●	...	
7	451.0600	-0.6100	31.0600	30.9541	-0.0209	-0.0065	31.0600	30.9541	●	...	

Raccordi Verticali												
N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel.	Esito	Verifiche
1	Parabolico	500.0000	2.2176	11.0889	34.4565	45.5445	11.0880	<input type="checkbox"/>	40.0000	<input type="checkbox"/>	●	...
2	Parabolico	500.0000	0.9415	4.7094	92.3768	97.0845	4.7077	<input type="checkbox"/>	40.0000	<input type="checkbox"/>	●	...
3	Parabolico	1000.0000	-3.7224	37.2288	116.7502	153.9738	37.2236	<input type="checkbox"/>	40.0000	<input type="checkbox"/>	●	...
4	Parabolico	1000.0000	0.7832	7.8317	226.0207	233.8524	7.8317	<input type="checkbox"/>	55.0000	<input type="checkbox"/>	●	...
▶ 5	Parabolico	1800.0000	-0.2281	4.1058	358.2627	362.3685	4.1058	<input type="checkbox"/>	55.0000	<input type="checkbox"/>	●	...
6	Parabolico	1800.0000	-0.0118	0.2117	419.8941	420.1059	0.2117	<input type="checkbox"/>	55.0000	<input type="checkbox"/>	●	...

Figura 4.4: TR4: caratteristiche geometriche del tracciato altimetrico.

Si può osservare che i valori impiegati per le pendenze delle livellette e per raggi di raccordo rispettano quelli minimi indicati nella normativa vigente (D.M.19.04.2006) per le rampe degli svincoli autostradali, riportati in figura 4.5.

In particolare la pendenza massima in salita è pari a 6.266 % (progressiva km 0+269.4120), mentre la pendenza massima in discesa è uguale a -6.133 % (progressiva km 0+479.9845); tali pendenze si riscontrano a monte e a valle dell'opera di scavalco (vedi profilo TR1).

Le verifiche dei raccordi altimetrici sono espone nell'annesso del presente elaborato.

Velocità di progetto	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max in salita	(%)	10	7,0		5,0		
Pendenza max in discesa	(%)	10	8,0		6,0		
Raggi minimi verticali convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi	(m)	250	500	750	1000	1400	2000
Distanza di visuale minima	(m)	25	35	50	70	90	115

Figura 4.5: Caratteristiche planoaltimetriche delle rampe (secondo D.M. 19.04.2006).

5. ANALISI DELLA VISIBILITÀ PER L'ARRESTO

Per ogni tracciato è stata verificata la sussistenza (rispetto alla velocità di progetto) di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto ai sensi del D.M. 05.11.2001.

Le distanze di visuale minima richieste dalla normativa sono indicate nella *figura 4.5*, mentre le distanze di visibilità per l'arresto sono state calcolate in funzione della velocità di progetto e della pendenza longitudinale, con l'ausilio del software di progettazione assistita *Civil Design 9.0*.

Sono state eseguite due tipologie di analisi di visibilità per l'arresto:

- analisi planimetrica, considerando il profilo longitudinale del tracciato associato;
- analisi altimetrica.

L'esito dell'analisi della visibilità per l'arresto può essere osservato nelle apposite planimetrie e profili.

Come conseguenza dell'analisi di visibilità, risulta necessario realizzare un allargamento della banchina, lungo il lato interno di un paio di curve del tracciato numero 1; più precisamente le progressive in questione e gli allargamenti associati sono:

- Progressiva km 0+470: 15 cm
- Progressiva km 0+480: 15 cm
- Progressiva km 0+500: 22 cm
- Progressiva km 0+520: 15 cm
- Progressiva km 0+540: 15 cm

Ad eccezione del caso esposto in precedenza, non si sono riscontrate particolari criticità riguardo le analisi di visibilità. Le distanze di visuale libera per l'arresto disponibili lungo ogni tracciato sono superiori alle distanze di visuale minima richieste dalla normativa (funzione della velocità di progetto e della pendenza longitudinale).

6. ANNESSO

Dati Tracciato	
1 Rettifilo	
2 Clotoide	
Sviluppo	59.5459
A	90.6495
N	1.0000
Scostamento	1.0688
Raggio finale	138.0000
X Punto iniziale	2472.9121
Y Punto iniziale	6241.0506
X Punto finale	2505.3516
Y Punto finale	6191.2636
Azimut iniziale	5.2180
Azimut finale	5.4337
VERIFICHE	
A >= radq[(V...	90.6000 >= 31.3000
A >= radq(R/...	90.6000 >= 42.6000
A >= R/3	90.6000 >= 46.0000
A <= R	90.6000 <= 138.0000
A/Au >= 2/3	1.2000 >= 0.6700
A/Au <= 3/2	1.2000 <= 1.5000
A >= Amin complessiva	90.6000 >= 46.0000
A <= Amax complessiva	90.6000 <= 138.0000

Figura 6.1. Tr1: Verifica elemento clotoide (progressiva 73.644 m – progressiva 133.189 m).

Dati Tracciato	
3 Arco	
4 Clotoide	
Sviluppo	41.0528
A	75.2681
N	1.0000
Scostamento	0.5085
Raggio iniziale	138.0000
X Punto iniziale	2588.5301
Y Punto iniziale	6145.9206
X Punto finale	2629.4923
Y Punto finale	6143.8888
Azimut iniziale	6.1345
Azimut finale	0.0000
VERIFICHE	
A >= radq[(V...	75.3000 >= 31.3000
A >= radq(R/...	75.3000 >= 42.6000
A >= R/3	75.3000 >= 46.0000
A <= R	75.3000 <= 138.0000
Ae/A >= 2/3	1.2000 >= 0.6700
Ae/A <= 3/2	1.2000 <= 1.5000
A >= Amin complessiva	75.3000 >= 46.0000
A <= Amax complessiva	75.3000 <= 138.0000

Figura 6.2. Tr1: Verifica elemento clotoide (progressiva 229.890 m – progressiva 270.943 m).

Esito	Descrizione	Confronto Valori
●	$A >= \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Ptf))/c]$	51.9 >= 30.2
●	$A >= \text{radq}[R/\text{dimax} \cdot Bi^2(Pti - Ptf)^2 \cdot 100]$	51.9 >= 32.7
●	$A >= R/3$	51.9 >= 18.7
●	$A <= R$	51.9 <= 56.0
●	$A/Au >= 2/3$	1.29 >= 0.67
●	$A/Au <= 3/2$	1.29 <= 1.50
●	$A >= Amin$ complessiva	51.90 >= 32.70
●	$A <= Amax$ complessiva	51.90 <= 56.00

Ok

Figura 6.3. Tr1: Verifica elemento clotoide (progressiva 360.195 m – progressiva 408.236 m).

Esito	Descrizione	Confronto Valori
●	$A >= \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Ptf))/c]$	40.1 >= 30.1
●	$A >= \text{radq}[Bi^2(qi - qf)/((1/Ri - 1/Rf) \cdot \text{dimax}/100)]$	40.1 >= 21.8
●	$A >= Rmax/3$	40.1 >= 18.7
●	$A <= Rmin$	40.1 <= 50.0
●	$A/Aprec >= 2/3$	0.77 >= 0.67
●	$A/Aprec <= 3/2$	0.77 <= 1.50
●	$A/Asucc >= 2/3$	1.26 >= 0.67
●	$A/Asucc <= 3/2$	1.26 <= 1.50
●	$A >= Amin$ complessiva	40.10 >= 30.10
●	$A <= Amax$ complessiva	40.10 <= 50.00

Ok

Figura 6.4. Tr1: Verifica elemento clotoide di continuità (progressiva 515.664 m – progressiva 519.117 m).

TR1	
Dati Tracciato	
10 Clotoide	
CLOTOIDE (360.1946 -> 408.2356)	
Sviluppo	48.0410
A	51.8681
N	1.0000
Scostamento	1.7060
Raggio finale	56.0000
X Punto iniziale	2718.7436
Y Punto iniziale	6143.8899
X Punto finale	2765.9082
Y Punto finale	6150.6696
Azimut iniziale	0.0000
Azimut finale	0.4289
VERIFICHE	
$A >= \text{radq}[(V...]$	● 51.9000 >= 30.2000
$A >= \text{radq}(R/...]$	● 51.9000 >= 32.7000
$A >= R/3$	● 51.9000 >= 18.7000
$A <= R$	● 51.9000 <= 56.0000
$A/Au >= 2/3$	● 1.2900 >= 0.6700
$A/Au <= 3/2$	● 1.2900 <= 1.5000
$A >= Amin$ complessiva	● 51.9000 >= 32.7000
$A <= Amax$ complessiva	● 51.9000 <= 56.0000

Figura 6.5. Tr1: Verifica elemento clotoide (progressiva 624.113 m – progressiva 644.330 m).

Esito	Descrizione	Confronto Valori
▶ ●	$A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Pti))/c]$	32.4 >= 30.1
●	$A \geq \text{radq}[R/\text{dimax} \cdot Bi^2 Pti - Pti ^{100}]$	32.4 >= 27.9
●	$A \geq R/3$	32.4 >= 18.7
●	$A \leq R$	32.4 <= 56.0
●	$A1/A2 \geq 2/3$	1.00 >= 0.67
●	$A1/A2 \leq 3/2$	1.00 <= 1.50
●	$A \geq A_{\text{min complessiva}}$	32.40 >= 30.10
●	$A \leq A_{\text{max complessiva}}$	32.40 <= 56.00

Ok

Figura 6.6. Tr2: Verifica elemento clotoide di flessione - entrata (progressiva 532.389 m – progressiva 551.137 m).

Esito	Descrizione	Confronto Valori
▶ ●	$A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Pti))/c]$	32.4 >= 31.2
●	$A \geq \text{radq}[R/\text{dimax} \cdot Bi^2 Pti - Pti ^{100}]$	32.4 >= 29.4
●	$A \geq R/3$	32.4 >= 23.3
●	$A \leq R$	32.4 <= 70.0
●	$A1/A2 \geq 2/3$	1.00 >= 0.67
●	$A1/A2 \leq 3/2$	1.00 <= 1.50
●	$A/Au \geq 2/3$	0.75 >= 0.67
●	$A/Au \leq 3/2$	0.75 <= 1.50
●	$A \geq A_{\text{min complessiva}}$	32.40 >= 31.20
●	$A \leq A_{\text{max complessiva}}$	32.40 <= 70.00

Ok

Figura 6.7. Tr2: Verifica elemento clotoide di flessione - uscita (progressiva 551.137 m – progressiva 556.135 m).

Esito	Descrizione	Confronto Valori
▶ ●	$A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Pti))/c]$	43.2 >= 42.8
●	$A \geq \text{radq}[R/\text{dimax} \cdot Bi^2 Pti - Pti ^{100}]$	43.2 >= 22.5
●	$A \geq R/3$	43.2 >= 23.3
●	$A \leq R$	43.2 <= 70.0
●	$Ae/A \geq 2/3$	0.75 >= 0.67
●	$Ae/A \leq 3/2$	0.75 <= 1.50
●	$A \geq A_{\text{min complessiva}}$	43.20 >= 42.80
●	$A \leq A_{\text{max complessiva}}$	43.20 <= 70.00

Ok

Figura 6.8. Tr2: Verifica elemento clotoide (progressiva 632.502 m – progressiva 659.120 m).

Esito	Descrizione	Confronto
●	$A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Pti))/c]$	70.3 >= 36.9
●	$A \geq \text{radq}[R/dimax \cdot Bi^3 \cdot Pti - Pti^3 \cdot 100]$	70.3 >= 29.7
●	$A \geq R/3$	70.3 >= 35.0
●	$A \leq R$	70.3 <= 105.0
●	$A/Au \geq 2/3$	1.14 >= 0.67
●	$A/Au \leq 3/2$	1.14 <= 1.50
●	$A \geq Amin \text{ complessiva}$	70.30 >= 36.90
●	$A \leq Amax \text{ complessiva}$	70.30 <= 105.00

Ok

Figura 6.9.: Verifica elemento clotoide (progressiva 38.568 m – progressiva 85.695 m)

Esito	Descrizione	Confronto
●	$A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Pti))/c]$	61.7 >= 61.0
●	$A \geq \text{radq}[R/dimax \cdot Bi^3 \cdot Pti - Pti^3 \cdot 100]$	61.7 >= 22.5
●	$A \geq R/3$	61.7 >= 35.0
●	$A \leq R$	61.7 <= 105.0
●	$Ae/A \geq 2/3$	1.14 >= 0.67
●	$Ae/A \leq 3/2$	1.14 <= 1.50
●	$A \geq Amin \text{ complessiva}$	61.70 >= 61.00
●	$A \leq Amax \text{ complessiva}$	61.70 <= 105.00

Ok

Figura 6.10. Tr3: Verifica elemento clotoide (progressiva 324.071 m – progressiva 360.281 m)

Esito	Descrizione	Confronto
●	$A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Pti))/c]$	77.9 >= 28.7
●	$A \geq \text{radq}[R/dimax \cdot Bi^3 \cdot Pti - Pti^3 \cdot 100]$	77.9 >= 45.8
●	$A \geq R/3$	77.9 >= 35.0
●	$A \leq R$	77.9 <= 105.0
●	$A/Au \geq 2/3$	1.25 >= 0.67
●	$A/Au \leq 3/2$	1.25 <= 1.50
●	$A \geq Amin \text{ complessiva}$	77.90 >= 45.80
●	$A \leq Amax \text{ complessiva}$	77.90 <= 105.00

Ok

Figura 6.11. Tr4: Verifica elemento clotoide (progressiva 75.036 m – progressiva 132.867 m).

Esito	Descrizione	Confronto
▶ ●	$A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Pti))/c]$	62.2 >= 33.9
●	$A \geq \text{radq}(R/\text{dimax} \cdot B^i \cdot Pti - Pti \cdot 100)$	62.2 >= 36.8
●	$A \geq R/3$	62.2 >= 35.0
●	$A \leq R$	62.2 <= 105.0
●	$A1/A2 \geq 2/3$	1.00 >= 0.67
●	$A1/A2 \leq 3/2$	1.00 <= 1.50
●	$Ae/A \geq 2/3$	1.25 >= 0.67
●	$Ae/A \leq 3/2$	1.25 <= 1.50
●	$A \geq A_{\text{min}} \text{ complessiva}$	62.20 >= 36.80
●	$A \leq A_{\text{max}} \text{ complessiva}$	62.20 <= 105.00

Ok

Figura 6.12. Tr4: Verifica elemento clotoide flessione entrata (progressiva 165.703 m – progressiva 202.572 m).

Esito	Descrizione	Confronto
▶ ●	$A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Pti))/c]$	62.2 >= 30.1
●	$A \geq \text{radq}(R/\text{dimax} \cdot B^i \cdot Pti - Pti \cdot 100)$	62.2 >= 34.1
●	$A \geq R/3$	62.2 >= 35.0
●	$A \leq R$	62.2 <= 105.0
●	$A1/A2 \geq 2/3$	1.00 >= 0.67
●	$A1/A2 \leq 3/2$	1.00 <= 1.50
●	$A/Au \geq 2/3$	0.81 >= 0.67
●	$A/Au \leq 3/2$	0.81 <= 1.50
●	$A \geq A_{\text{min}} \text{ complessiva}$	62.20 >= 35.00
●	$A \leq A_{\text{max}} \text{ complessiva}$	62.20 <= 105.00

Ok

Figura 6.13. Tr4: Verifica elemento clotoide flessione uscita (progressiva 202.572 m – progressiva 239.442 m).

Esito	Descrizione	Confronto
▶ ●	$A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Pti - Pti))/c]$	76.7 >= 61.3
●	$A \geq \text{radq}(R/\text{dimax} \cdot B^i \cdot Pti - Pti \cdot 100)$	76.7 >= 22.5
●	$A \geq R/3$	76.7 >= 35.0
●	$A \leq R$	76.7 <= 105.0
●	$Ae/A \geq 2/3$	0.81 >= 0.67
●	$Ae/A \leq 3/2$	0.81 <= 1.50
●	$A \geq A_{\text{min}} \text{ complessiva}$	76.70 >= 61.30
●	$A \leq A_{\text{max}} \text{ complessiva}$	76.70 <= 105.00

Ok

Figura 6.14. Tr4: Verifica elemento clotoide (progressiva 323.797 m – progressiva 379.778 m).

Verifiche Normativa				
N.	Descrizione	Verifica	Esito	
▶ 1	Raggio >= Rmin Da (arresto)	500.000 >= 0.000	●	
1	Raggio >= Rmin av (comfort)	500.000 >= 205.761	●	
1	Raggio >= Rmin geometrico	500.000 >= 40.000	●	

Figura 6.15. Tr1: Verifica raccordo altimetrico numero 1.

Verifiche Normativa				
	N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶	2	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	600.000 \geq 580.389	●
	2	Raggio \geq Rmin av (comfort)	600.000 \geq 205.761	●
	2	Raggio \geq Rmin geometrico	600.000 \geq 40.000	●

Figura 6.16. Tr1: Verifica raccordo altimetrico numero 2.

Verifiche Normativa				
	N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶	3	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 373.085	●
	3	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 205.761	●
	3	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 20.000	●

Figura 6.17. Tr1: Verifica raccordo altimetrico numero 3.

Verifiche Normativa				
	N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶	4	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 0.000	●
	4	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 205.761	●
	4	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 20.000	●
	4	Dr \geq Drmin >>>	286.911 \geq 180.000	●
	4	Dr \geq Drmin <<<	1000.000 \geq 180.000	●

Figura 6.18. Tr1: Verifica raccordo altimetrico numero 4.

Verifiche Normativa				
	N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶	5	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 290.364	●
	5	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 205.761	●
	5	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 20.000	●

Figura 6.19. Tr1: Verifica raccordo altimetrico numero 5.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶ 6	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	700.000 \geq 664.866	●
6	Raggio \geq Rmin av (comfort)	700.000 \geq 205.761	●
6	Raggio \geq Rmin geometrico	700.000 \geq 40.000	●

Figura 6.20. Tr1: Verifica raccordo altimetrico numero 6.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶ 7	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 0.000	●
7	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 205.761	●
7	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 20.000	●

Figura 6.21. Tr1: Verifica raccordo altimetrico numero 7.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶ 8	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	500.000 \geq 0.000	●
8	Raggio \geq Rmin av (comfort)	500.000 \geq 205.761	●
8	Raggio \geq Rmin geometrico	500.000 \geq 40.000	●

Figura 6.22. Tr1: Verifica raccordo altimetrico numero 8.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶ 9	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 0.000	●
9	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 205.761	●
9	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 20.000	●

Figura 6.23. Tr1: Verifica raccordo altimetrico numero 9.

Verifiche Normativa				
	N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶	1	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1200.000 \geq 0.000	●
	1	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1200.000 \geq 205.761	●
	1	Raggio \geq Rmin geometrico	1200.000 \geq 20.000	●
	1	Dr \geq Drmin <<<	1000.000 \geq 180.000	●

Figura 6.24. Tr2: Verifica raccordo altimetrico numero 1.

Verifiche Normativa				
	N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶	2	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 0.000	●
	2	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 462.963	●
	2	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 40.000	●

Figura 6.25. Tr2: Verifica raccordo altimetrico numero 2.

Verifiche Normativa				
	N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶	3	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 0.000	●
	3	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 462.963	●
	3	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 40.000	●

Figura 6.26. Tr2: Verifica raccordo altimetrico numero 3.

Verifiche Normativa				
	N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶	1	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 0.000	●
	1	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 389.017	●
	1	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 40.000	●

Figura 6.27. Tr3: Verifica raccordo altimetrico numero 1.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
2	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1800.000 \geq 0.000	●
2	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1800.000 \geq 389.017	●
2	Raggio \geq Rmin geometrico	1800.000 \geq 20.000	●

Figura 6.28. Tr3: Verifica raccordo altimetrico numero 2.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
3	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1800.000 \geq 0.000	●
3	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1800.000 \geq 389.017	●
3	Raggio \geq Rmin geometrico	1800.000 \geq 20.000	●

Figura 6.29. Tr3: Verifica raccordo altimetrico numero 3.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
1	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	500.000 \geq 0.000	●
1	Raggio \geq Rmin av (comfort)	500.000 \geq 205.761	●
1	Raggio \geq Rmin geometrico	500.000 \geq 40.000	●

Figura 6.30. Tr4: Verifica raccordo altimetrico numero 1.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
2	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	500.000 \geq 0.000	●
2	Raggio \geq Rmin av (comfort)	500.000 \geq 205.761	●
2	Raggio \geq Rmin geometrico	500.000 \geq 40.000	●

Figura 6.31. Tr4: Verifica raccordo altimetrico numero 2.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶ 3	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 0.000	●
3	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 205.761	●
3	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 20.000	●
3	Dr \geq Drmin >>>	264.494 \geq 180.000	●
3	Dr \geq Drmin <<<	1000.000 \geq 180.000	●

Figura 6.32. Tr4: Verifica raccordo altimetrico numero 3.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶ 4	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1000.000 \geq 0.000	●
4	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1000.000 \geq 389.017	●
4	Raggio \geq Rmin geometrico	1000.000 \geq 40.000	●

Figura 6.33. Tr4: Verifica raccordo altimetrico numero 4.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶ 5	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1800.000 \geq 0.000	●
5	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1800.000 \geq 389.017	●
5	Raggio \geq Rmin geometrico	1800.000 \geq 20.000	●
5	Dr \geq Drmin >>>	1000.000 \geq 180.000	●

Figura 6.34. Tr4: Verifica raccordo altimetrico numero 5.

Verifiche Normativa			
N.	Descrizione	Verifica	Esito
▶ 6	Raggio \geq Rmin Da (arresto)	1800.000 \geq 0.000	●
6	Raggio \geq Rmin av (comfort)	1800.000 \geq 389.017	●
6	Raggio \geq Rmin geometrico	1800.000 \geq 20.000	●

Figura 6.35. Tr4: Verifica raccordo altimetrico numero 6.