



AUTORITÀ PORTUALE DI VENEZIA

DIREZIONE TECNICA

TERMINAL AUTOSTRADE DEL MARE PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA INFRASTRUTTURE PORTUALI PER IL TERMINAL CABOTAGGIO IN AREA EX ALUMIX A FUSINA



PROGETTO DEFINITIVO

VENICE RO-PORT MOS

CONCESSIONARIO: VENICE NEW PORT S.C.p.A.

AMMINISTRATORE DELEGATO:
Piergiorgio Baita

DIRETTORE TECNICO:
dott. ing. S. Pastore

RELAZIONE SPECIALISTICA SULLA VIABILITA'

CODICE PROGETTO
90112.000

CODICE ELABORATO
33 00 01

PROGETTAZIONE:

NUOVA FUSINA
INGEGNERIA

dott. ing. G. Zanovello

DIRETTORE TECNICO E RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO DI A.P.V.

dott. ing. N. Torricella

REFERENTE PER APV

dott. E. Zanotto

rev	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
0	GIU. 2011	EMISSIONE	P. Sartori	U. Lugli	C. G. Amoroso

Indice

1.	PREMESSA	2
2.	TRACCIATO STRADALE	3
2.1.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2.2.	PIATTAFORME STRADALI: CARATTERISTICHE PRINCIPALI	3
2.3.	DISPOSITIVI DI RITENUTA	5
2.4.	TRACCIATO PRINCIPALE: CRITERI GENERALI PER IL TRACCIAMENTO PLANIMETRICO	7
3.	INTERSEZIONI.....	17
3.1.	SVINCOLO CON CIRCOLAZIONE A ROTATORIA	17
3.2.	INTERSEZIONI E SVINCOLI: TRACCIAMENTO PLANO-ALTIMETRICO	19
4.	IL PIAZZALE	21
5.	PAVIMENTAZIONE STRADALE.....	23

1. PREMESSA

L'intervento in oggetto riguarda la progettazione definitiva della realizzazione della darsena sud e della piattaforma logistica retrostante denominata Termanal Ro-Ro.

Nella presente relazione, in approfondimento rispetto a quanto contenuto entro la relazione descrittiva, vengono definite le caratteristiche degli elementi tecnici di tracciato. Partendo da una trattazione dei riferimenti progettuali generali che si sono seguiti nella definizione planoaltimetrica di tracciato, sono riportate le caratteristiche tecniche principali relative a:

- Viabilità di accesso al terminal;
- Intersezioni;
- Piazzale;
- Pavimentazione stradale.

Per quanto riguarda la viabilità, l'intervento consiste nel potenziamento del tratto finale di via dell'Elettronica, nella realizzazione di una rotatoria di collegamento tra la viabilità esistente e quella di progetto che serve per organizzare i flussi in ingresso ed in uscita al terminal e all'area commerciale-direzionale ed, infine, nella sistemazione del piazzale per la movimentazione merci.

Inoltre il progetto prevede il prolungamento della linea ferroviaria distinta nei due binari nord e sud che verrà approfondita nella relazione 36 00 00.

La caratteristica più saliente del progetto è data da una distribuzione funzionale dell'area in modo da consentire un utilizzo razionale delle molteplici e differenziate attività previste con lo scopo di rendere possibile un layout più congruo con le trasformazioni che sono in essere nel territorio.

Il layout funzionale viene così definito: il collocamento dei piazzali per la movimentazione merci, varco doganale, accodamento mezzi, prolungamento della linea ferrata ed aree adiacenti funzionali al porto.

Questa zona è facilmente raggiungibile dalla rotatoria tra via Dell'Elettronica e via Dei Cantieri facilitando i flussi di ingresso e di uscita all'area a servizio del porto. L'ingresso all'area avviene mediante una viabilità dedicata che parte dalla rotatoria ed organizza i flussi dei mezzi in entrata di fronte ai varchi di controllo distinguendoli tra mezzi di imbarco Schengen ed Extra Schengen.

L'uscita si attesta su due arterie secondarie distinte che scorrono indipendentemente senza incrociare la zona d'ingresso evitando disagi e sovraccarico di mezzi sulla viabilità locale. Si evidenzia infatti la scelta di distinguere la viabilità di accesso al Terminal dalla viabilità a servizio delle industrie presenti in via Dei Cantieri e della futura stazione TERNA in fase di progettazione.

Le opere di progetto consistono essenzialmente nell'allargamento della carreggiata stradale esistente di via dell'Elettronica e la realizzazione di una nuova viabilità a sud dedicata agli edifici commerciali ed al mantenimento del collegamento con via Moranzani. Tale intervento, che possiede uno sviluppo complessivo di c.a. 1300m di cui 300m per la viabilità d'ingresso al Terminal e 1000m per la viabilità dell'area commerciale-direzionale, comprende la modifica dell'intersezione tra via dell'Elettronica e via dei Cantieri.

2. TRACCIATO STRADALE

2.1. *Normativa di riferimento*

Nella definizione di tutte le caratteristiche tecniche del tracciato di progetto si è fatto riferimento alla Normativa Vigente. In particolare ci si è attenuti a quanto previsto da:

- Norme Funzionali e geometriche per la costruzione delle strade – DM 5 Novembre 2001;
- Nuovo Codice della Strada – DL 30 Aprile 1992;
- Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada – DPR 16 Dicembre 1992;
- Modifiche e integrazioni al Nuovo Codice della Strada - DL 10/09/1993

Per quanto riguarda il tracciamento degli svincoli e delle intersezioni si è fatto riferimento al DM 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

Ad integrazione dell'apparato normativo citato, in relazione a quegli aspetti tecnici per i quali lo stesso non è in grado di fornire un adeguato supporto, e per recepire i più moderne orientamenti progettuali, si è fatto ricorso a documentazione bibliografica consolidata.

2.2. *Piattaforme stradali: caratteristiche principali*

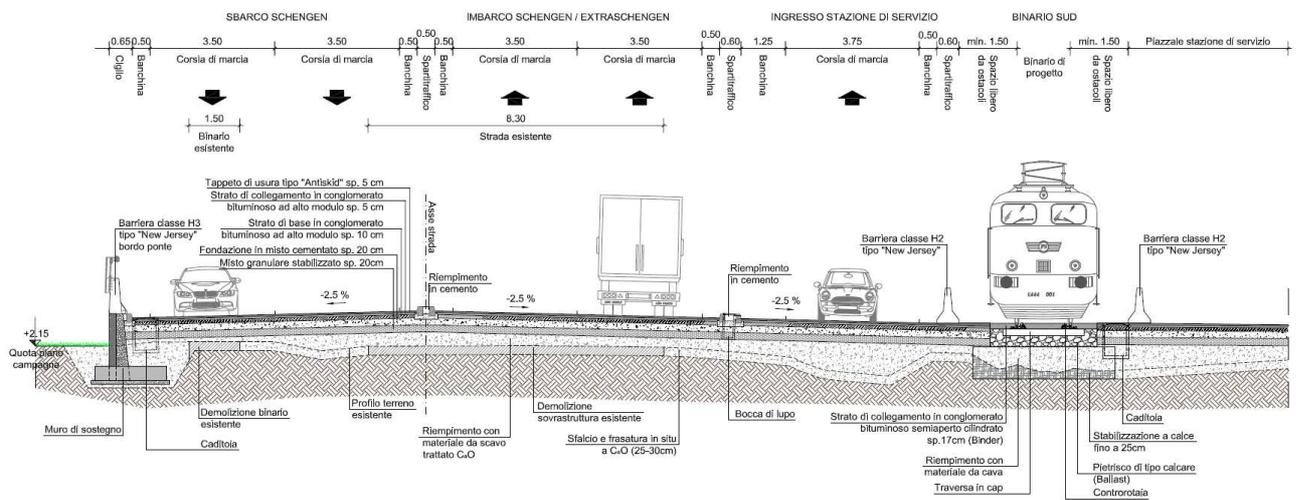
La piattaforma stradale in progetto viene classificata secondo il D.M. del 5 Novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" come Categoria tipo E "Urbana di quartiere", per dare continuità alla viabilità di progetto di via dell'Elettronica, in cui si prevedono corsie allargate di larghezza pari a 3,50m con banchine di larghezza 0,50m.

La sezione tipo adottata è variabile dal punto di vista delle corsie, infatti, proseguendo da nord verso sud, la piattaforma prevista è composta da 2 corsie in ingresso in rotatoria e una sola corsia in uscita diretta al Terminal; successivamente la singola corsia si dirama a tre corsie specializzate: una corsia per i veicoli diretti nell'area imbarco Schengen, una corsia per l'imbarco extra Schengen ed una corsia diretta alla stazione di servizio.

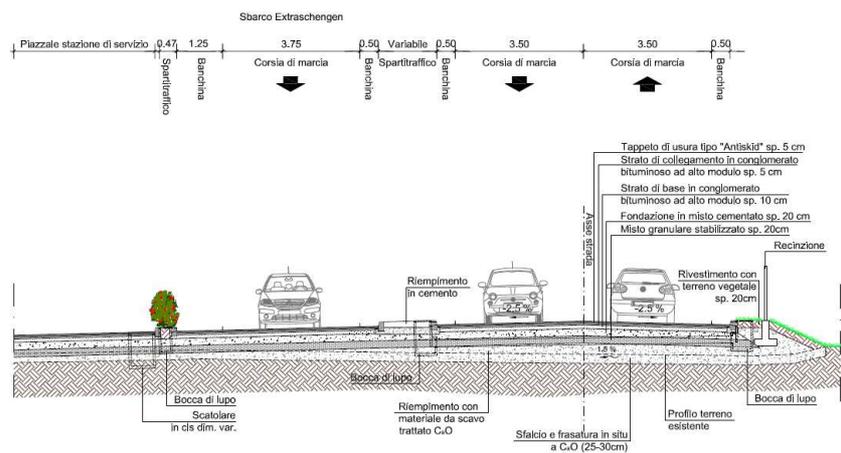
La viabilità diretta verso l'area commerciale-direzionale (asse F) invece avrà una sezione costante di 8 m composta da una corsia per senso di marcia ad esclusione del tratto in ingresso alla rotatoria dove si affianca la corsia dei veicoli di sbarco extra Schengen (asse G).

Le piattaforme a singola corsia (asse E ed asse G) hanno larghezza pari a 5,50m (corsia più banchine) per permettere il transito di 2 veicoli commerciali nel caso di fermata di emergenza come previsto dalla normativa.

SEZIONE CARATTERISTICA VIABILITA' DI ACCESSO - ASSI D e G
Scala 1:100



SEZIONE CARATTERISTICA VIABILITA' DI ACCESSO ASSE E e F
Scala 1:100



Piattaforma a 2+2 corsie (asse D):

banchina laterale esterna in pavimentazione bituminosa di	0.50m
corsia di marcia in pavimentazione bituminosa di	3.50m
corsia di marcia in pavimentazione bituminosa di	3.50m
banchina interna in pavimentazione bituminosa di	0.50m
spartitraffico rialzato di	0.50m
banchina interna in pavimentazione bituminosa di	0.50m
corsia di marcia in pavimentazione bituminosa di	3.50m
corsia di marcia in pavimentazione bituminosa di	3.50m
banchina laterale esterna in pavimentazione bituminosa di	0.50m

Piattaforma a doppio senso di marcia (asse F):

che rappresenta l'ultimo aggiornamento del DM 18 febbraio 1992 recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere e gli altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

a) barriere centrali da spartitraffico;

b) barriere laterali;

c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;

d) barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

Per la strada in oggetto il tipo a) non è presente.

Le aree da proteggere sono riportate nell'articolo 3 del citato DM.

La scelta della barriere dipende principalmente da quattro fattori: il tipo di traffico, il tipo di strada, il tipo di area da proteggere e la velocità imposta nel tratto interessato. A tal proposito il DM prevede:

TIPO DI STRADA	TIPO DI TRAFFICO	BARRIERE SPARTITRAFFICO	BARRIERE BORDO LATERALE	BARRIERE BORDO PONTE ¹
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ²	H2-H3 ²	H3-H4 ²
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H3	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

¹ – Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 m; per luci minori sono equiparati al bordo laterale

² – La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Nel caso in esame il tipo di traffico può essere previsto appartenente al tipo III, quindi, le barriere potrebbero dunque essere previste di classe H2 (H3 per barriere bordo ponte).

2.4. Tracciato principale: criteri generali per il tracciamento planimetrico

Il tracciato di progetto è stato definito interponendo sempre elementi a curvatura variabile tra elementi successivi a curvatura costante (rettifili e curve circolari): entro lo sviluppo di tali elementi a raggio variabile (sono anche chiamati, per l'appunto, elementi di transizione) avviene la rotazione e, se necessario, l'allargamento della piattaforma stradale.

I concetti fondamentali che hanno portato alla definizione dei principali parametri di tracciamento planimetrico sono stati:

- Considerazioni dinamiche sulla percorrenza delle curve circolari e a raggio variabile. Per le curve circolari, si è effettuata la verifica dei raggi di curvatura minimi associati alla velocità di progetto ed alla pendenza trasversale della piattaforma stradale, mentre, nei tratti a raggio variabile, la verifica che la variazione nel tempo dell'accelerazione trasversale (contraccolpo) rientrasse nei valori minimi imposti dalla normativa citata ($c_{max} = 50.4/V[\text{km/h}]$).
- Comportamento ottico ai fini della visibilità dell'asse della corsia di marcia. Ovvero si è cercato di garantire un comfort di guida tale da permettere, su ampi tratti di tracciato, la visione dell'asse corsia nel piano di messa a fuoco del conducente. Tali caratteristiche ottiche (percettività dello spazio stradale) dipendono, come noto, dalla velocità del veicolo; infatti all'aumentare della velocità l'occhio del conducente si fissa su punti sempre più lontani ed il campo di visuale si restringe.
- Visibilità lungo il tracciato tale da permettere sempre l'arresto del veicolo ed eventualmente (ove richiesto) il cambio di corsia in corrispondenza di punti singolari. Tali parametri sono direttamente legati alla velocità di progetto e alle caratteristiche del tracciato sulla base delle seguenti considerazioni:
 - o nel caso di strada a singola carreggiata, il vincolo di tracciamento imposto è legato a garantire, lungo tutto lo sviluppo del tracciato, la visibilità per l'arresto e, ove possibile, per almeno il 20% del tracciato la visibilità per il sorpasso.
 - o le visuali libere effettive che si hanno lungo il tracciato devono essere confrontate con la distanza di visibilità per l'arresto (calcolata in funzione della velocità di percorrenza e della pendenza longitudinale del tracciato) e con la distanza di visibilità per il sorpasso.

Tali parametri di visibilità assumono, per una pendenza longitudinale pari allo 0%, i seguenti valori:

Velocità [km/h]	40	60	80	100	120	140
Distanza di visibilità per l' arresto AUTOSTRADE	-	-	90	130	175	240
Distanza di visibilità per l' arresto VIABILITA' ORDINARIA	45	70	110	165	235	-
Distanza di visibilità per il sorpasso	220	330	440	550	660	770
Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia	105	155	210	260	310	365

- Limitazioni sulla permanenza di elementi a raggio costante (rettifili e curve circolari):

per i rettifili:

- o per evitare il superamento della velocità consentita, la monotonia del tracciato, la difficile valutazione delle distanze e l'abbagliamento durante la guida notturna, è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza contenuta nel seguente limite:

$$L_r = 22 \times V_{pMax} \text{ [m]}$$

- o per una corretta percezione del rettifilo è necessario, inoltre, che lo sviluppo non sia inferiore ai valori minimi previsti dalla normativa:

Velocità [km/h]	40	60	80	100	120	140
Lunghezza min. [m]	30	50	90	150	250	360

ad eccezione dei rettifili compresi nei tratti di flesso del tracciato (inversione della curvatura), dove la lunghezza non deve superare il seguente valore:

$$L = \frac{A_1 + A_2}{12.5} \text{ [m]}$$

con A1 e A2 i parametri di scala delle clotoidi di flesso.

per le curve circolari:

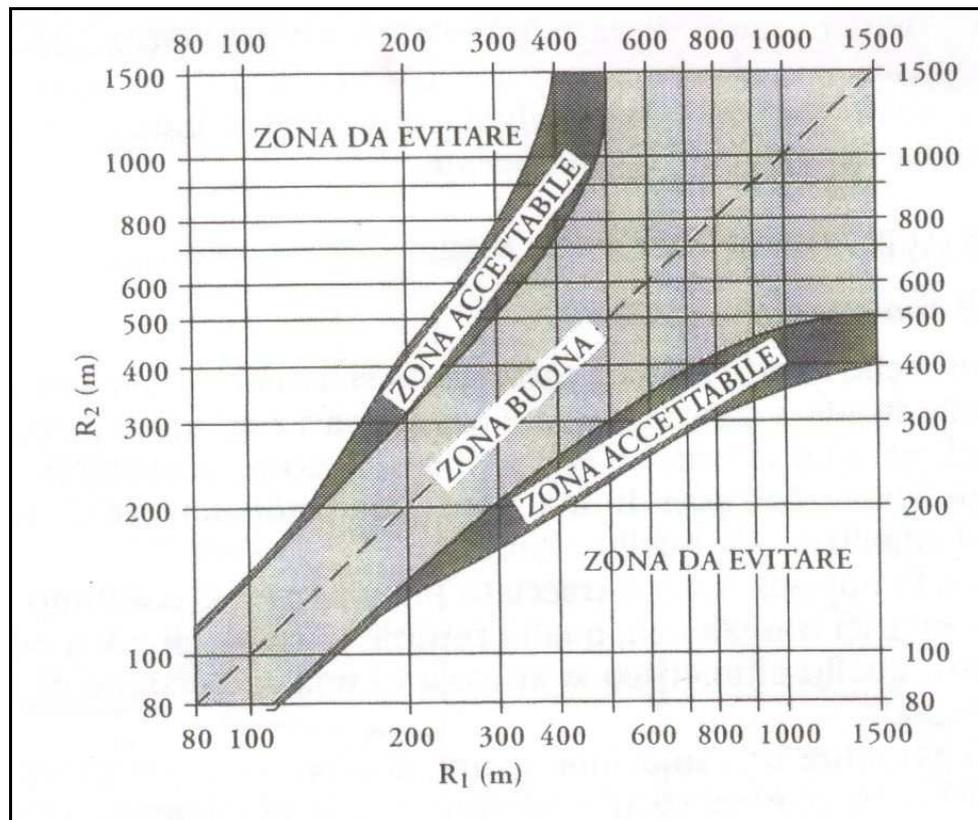
- o per una corretta percezione delle curve circolari, il loro sviluppo deve almeno essere tale da permettere una percorrenza di 2.5 secondi, ovvero:

Velocità [km/h]	40	60	80	100	120	140
Lunghezza min [m]	30	40	55	70	85	100

- o per un'adeguata gradualità nella successione delle caratteristiche geometriche tra raccordi circolari la normativa impone degli intervalli ottimali per i valori dei raggi di curve successive. Con riferimento all'abaco qui di seguito riportato (da DM 05/11/2001) per le strade di tipo A e B il rapporto tra i raggi deve collocarsi nella "zona buona" mentre per le strade di altri tipi è pure utilizzabile un rapporto che ricada entro la "zona accettabile";
- o la normativa richiede inoltre che tra un rettifilo di lunghezza LR ed il raggio più piccolo tra quelli delle due curve collegate al rettifilo stesso, anche con l'interposizione di una curva a raggio variabile, deve essere rispettata la relazione:

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

$$R \geq 400 \text{ m} \quad \text{per} \quad LR \geq 300 \text{ m}$$

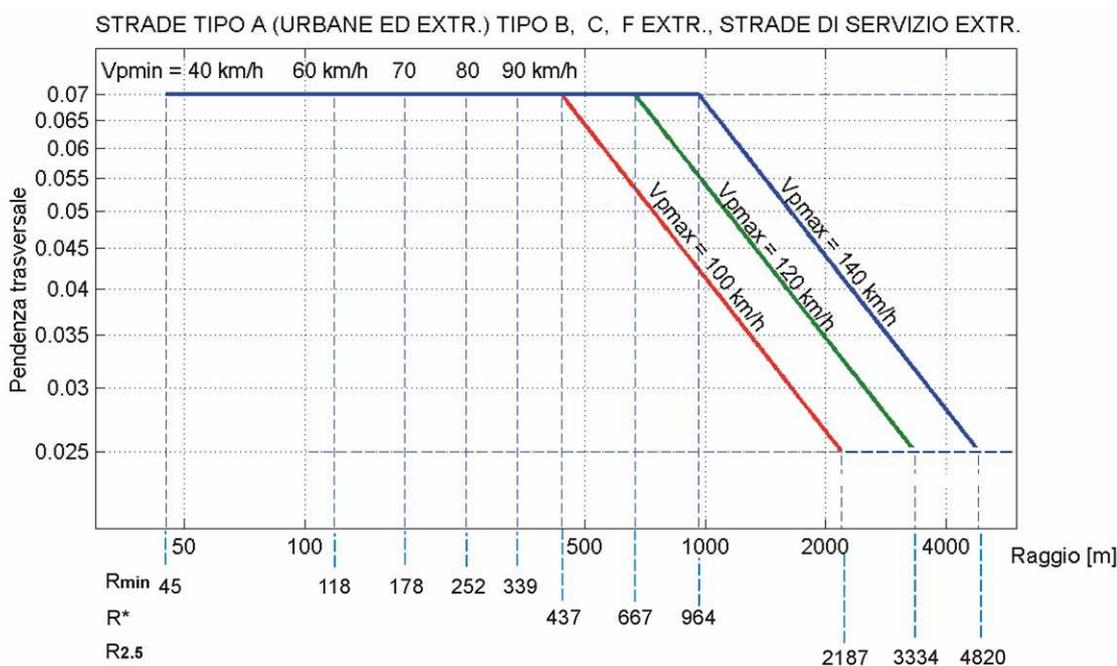


- Modalità di inserimento delle curve di transizione, tra due elementi a raggio costante (tra rettifili e curve circolari, ovvero tra due curve circolari). Entro lo sviluppo di tali curve a raggio

variabile si realizza la graduale rotazione della piattaforma stradale e, ove necessario, la variazione di larghezza della stessa. La rotazione delle sagome stradali in curva è stata realizzata secondo i seguenti criteri:

- o nelle piattaforme a singola carreggiata, la rotazione verrà realizzata attorno all'asse della carreggiata;
- o per le rampe monodirezionali di svincolo la rotazione della piattaforma è stata realizzata in corrispondenza del lato esterno della corsia;
- o nel caso di inversione della pendenza trasversale (da valori positivi a valori negativi) la rotazione della sagoma è stata realizzata in un tratto di strada di lunghezza non superiore ai limiti previsti, al fine di ridurre le zone in cui si possano verificare pericolosi ristagni d'acqua (ovvero con pendenza trasversale $P_t < 2.5\%$) ed avere una pendenza longitudinale dei cigli minima;

La Normativa vigente correla il valore della pendenza trasversale da adottare in curva con il raggio e la velocità di progetto (per le autostrade e le strade extraurbane), secondo l'abaco riportato di seguito:



Ciò limita il campo di adozione del raggio, che risulta ridotto per velocità di progetto basse. Valori diversi di pendenza trasversale rispetto al limite superiore massimo (pari al 7%) sono consentiti solamente per velocità di progetto elevate e prossime al valore massimo dell'intervallo di applicazione per il tipo di strada considerato.

Tra elementi planimetrici di tracciamento a raggio costante, rettili e curve circolari, vengono introdotti dei raccordi di transizione costituiti da curve a raggio variabile, denominate clotoidi multiparametro (iperclotoidi) o spirali generalizzate.

Tali curve sono definite dalla seguente equazione generale:

$$r s^n = A^{1+n} = \text{costante}$$

dove:

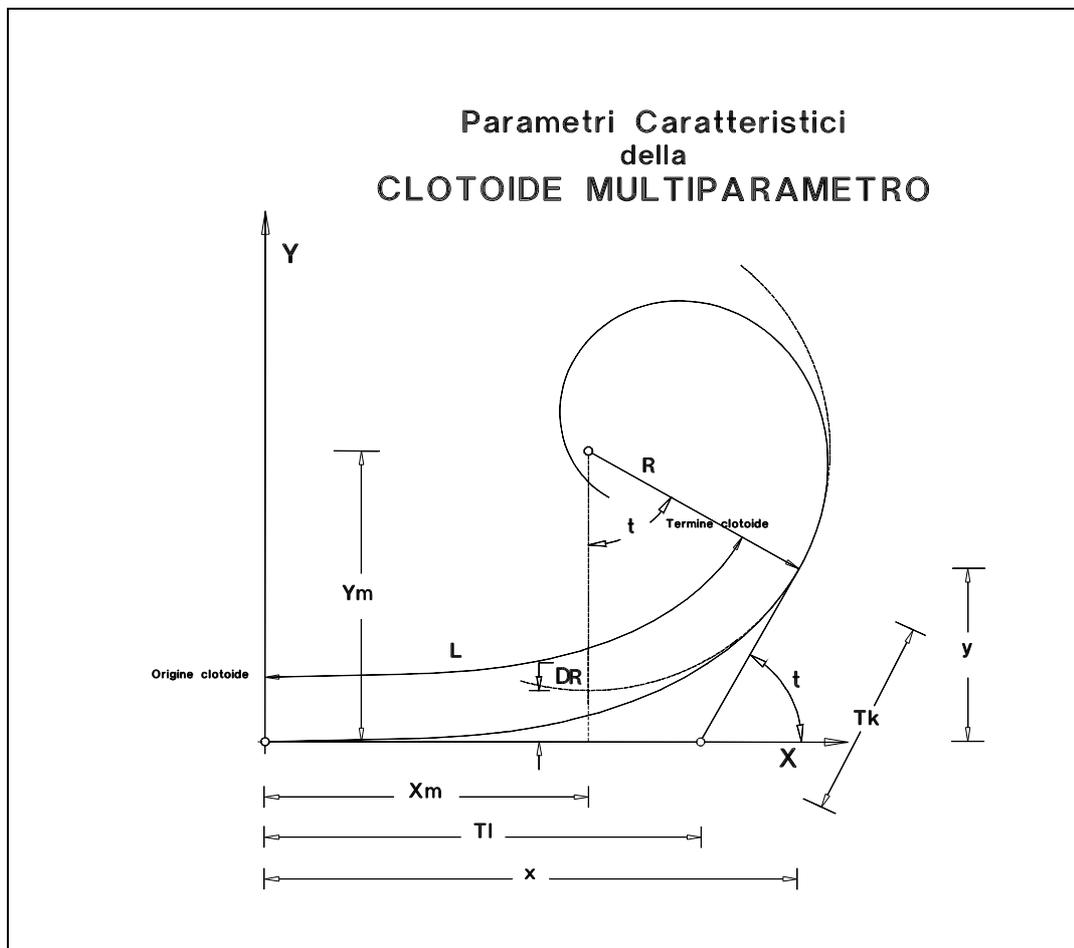
r = raggio di curvatura puntuale, in metri;

s = ascissa curvilinea a partire dall'origine della clotoide ($r=\infty$), in m;

A = parametro di scala, in m;

n = parametro di forma.

Gli ulteriori parametri caratteristici atti ad individuare le caratteristiche planimetriche delle spirali sono riportati nella figura seguente:



ed hanno il seguente significato:

- x, y = coordinate del punto terminale della spirale
- L = lunghezza della spirale
- Tl = tangente lunga

Tk	=	tangente corta
R	=	raggio terminale della spirale
Xm, Ym	=	coordinate centro del cerchio tangente al punto terminale
τ	=	angolo di deviazione
ΔR	=	scostamento tra cerchio terminale e retta iniziale

La curva di raggio variabile appartenente alla famiglia delle spirali generalizzate da impiegarsi, da normativa DM 05/11/01, è quella con parametro di forma pari ad 1, denominata clotoide. Il valore che caratterizza lo sviluppo di tale curva è il parametro della clotoide, cioè A.

Si hanno 3 tipi di clotoide corrispondenti agli altrettanti possibili accoppiamenti di elementi planimetrici da raccordare: transizione, continuità e flesso; Il parametro della clotoide viene definito in particolare in funzione dei valori della velocità di progetto (V = costante in Km/h) e del raggio di curvatura degli elementi da raccordare al fine di soddisfare le seguenti condizioni imposte dalla normativa:

Criterio 1 - limitazione del contraccollo

Lungo tutto lo sviluppo della curva a raggio variabile, la normativa impone una certa gradualità nella variazione dell'accelerazione trasversale non compensata (contraccollo c).

Il contraccollo provocato dalla variazione del raggio di curvatura e quindi della forza centrifuga, deve essere minore del valore massimo previsto dalla Normativa, pari a:

$$c_{MAX} \leq \frac{50.4}{V[km/h]} \quad (m/s^2)$$

Essendo il parametro A della clotoide in relazione con la velocità V di progetto secondo la seguente:

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

dove:

v = massima velocità (m/s) nel tratto di clotoide desunta dal diagramma delle velocità;

q_i = pendenza trasversale iniziale del tratto di clotoide;

q_f = pendenza trasversale finale del tratto di clotoide.

Inserendo il valore massimo di c precedentemente definito, risulta:

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

Criterio 2 – sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata

Lungo le curve di transizione avviene la rotazione della piattaforma stradale: presentando differenti assetti trasversali si presenta la necessità di realizzare dei raccordi longitudinali dei margini della piattaforma stessa, introducendo così delle sovrappendenze rispetto all'inclinazione della livelletta di tracciamento (in generale coincidente con l'asse di rotazione della sezione trasversale stessa). Per ragioni dinamiche (velocità di rollio) tale sovrappendenza longitudinale Δi (%) non può superare il valore massimo imposto da normativa e calcolato con la seguente espressione:

$$\Delta i_{\max} \cong 18 \times \frac{B_i}{V}$$

dove:

B_i = distanza tra l'asse di rotazione e l'estremità della piattaforma all'inizio della curva di raggio variabile, in metri;

V = velocità massima desunta dal diagramma delle velocità, in km/h.

Ciò comporta la necessità di disporre di uno sviluppo minimo della clotoide, funzione dei parametri in precedenza riportati, del raggio di curvatura (R) e delle pendenze iniziali (q_i) e finali (q_f), lungo la curva di transizione. A tale sviluppo minimo corrisponde un valore minimo del parametro A della clotoide:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times \frac{B_i}{2} (q_i + q_f)}$$

tale relazione si applica nel caso in cui il raggio iniziale sia infinito, ovvero in corrispondenza di un rettilineo o punto di flesso. Nel caso, invece, di raccordo di continuità la relazione da adottare è la seguente:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i (q_f - q_i)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

dove:

R_i = raggio nel punto iniziale della curva a raggio variabile (m)

R_f = raggio nel punto terminale della curva a raggio variabile (m)

Criterio 3 – corretta percezione ottica del tracciato

Con tale criterio viene garantita una corretta percezione ottica del raccordo verificando che il parametro A sia contemporaneamente:

- affinché lo sviluppo sia tale da garantire una adeguata percezione della variabilità tra elementi planimetrici di tracciato successivi

$$A \geq \frac{R}{3} \quad \left(\frac{R_i}{3} \text{ in casi di continuità} \right)$$

- per garantire la percezione dell'arco di cerchio al termine della clotoide stessa.

$$A \leq R$$

Limitazione della sovrappendenza longitudinale dei cigli:

La rotazione della piattaforma stradale avviene in generale completamente lungo la curva a raggio variabile, rispettando le seguenti condizioni:

la sovrappendenza longitudinale dei cigli non deve superare il seguente valore al fine di garantire una variabilità limitata per questioni di comfort di percorrenza (per ragioni dinamiche viene limitata la velocità di rollio):

$$\Delta i_{\max} \cong 18 \times \frac{B_i}{V}$$

Δi_{\min} non deve essere inferiore a 0.1 B_i , come già accennato precedentemente, al fine di evitare ristagni d'acqua entro la piattaforma.

Tracciato principale: criteri generali per il tracciamento altimetrico

I valori massimi di pendenza longitudinale che possono essere adottati (sempre con riferimento alla normativa vigente DM 05/11/01), per i diversi tipi di strada sono i seguenti:

TIPO DI STRADA		AMBITO URBANO	AMBITO EXTRAURBANO
AUTOSTRADA	A	6%	5%
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	-	6%
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	-	7%
URBANA SCORRIMENTO	D	6%	-
URBANA QUARTIERE	E	8%	-
LOCALE	F	10%	10%

I raccordi almetrici concavi (cunette) e convessi (dossi) tra i tratti a pendenza costante (livellette) vengono realizzati con archi che garantiscono sia una corretta percezione ottica del tracciato che la visibilità minima necessaria per l'arresto del veicolo in presenza di un ostacolo.

I criteri di riferimento per la definizione dei raccordi almetrici sono stati i seguenti:

- *Raccordi CONCAVI (sacche):*

nei raccordi concavi deve sempre essere realizzata la distanza di visibilità per l'arresto in funzione della velocità di progetto, della tipologia stradale e della pendenza longitudinale della livelletta d'approccio al raccordo;

Con riferimento alle relazioni matematiche di base definite entro il § 5.3.4 del DM 05/11/01, lo stesso decreto fornisce il seguente abaco che correla la variazione di pendenza longitudinale tra due livellette contigue da raccordare, la distanza D di visibilità di arresto da garantire ed il raggio R minimo da utilizzare per il raccordo:

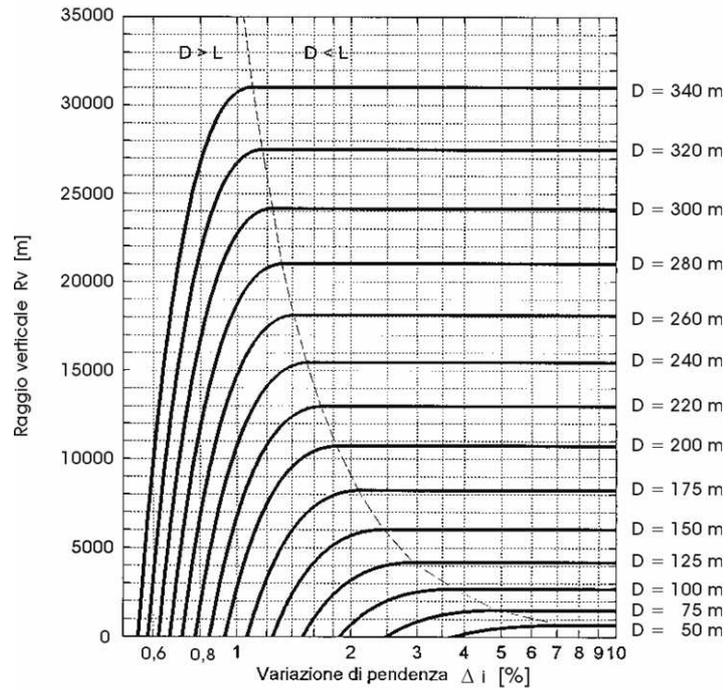
- *Raccordi CONVESSI (dossi):*

per piattaforme stradali a carreggiate separate (carreggiate unidirezionali), deve essere in ogni caso verificata la distanza di visibilità per l'arresto nei confronti di ostacoli fissi;

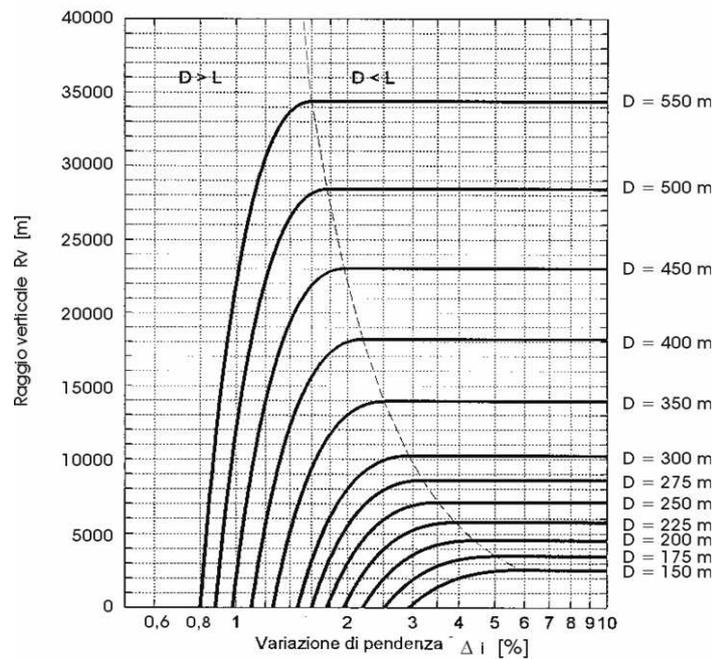
per piattaforme stradali a singola carreggiata va valutata la distanza di visibilità in funzione della distanza da garantire nel tratto considerato, ossia se il raccordo è inserito in un tratto in cui si vuole/si può concedere o meno il sorpasso; in quest'ultimo caso va comunque garantita la distanza per l'arresto.

Anche in questo caso la Normativa fornisce due abachi che correlano la variazione di pendenza longitudinale tra due livellette contigue, la distanza D da realizzare e il raggio R del raccordo:

- R convesso con $D =$ distanza di visibilità per l'arresto ($h_1 = 1,10$ m e $h_2 = 0,10$ m)



- R concavo con $D =$ distanza di visibilità per il sorpasso ($h_1 = 1,10$ m e $h_2 = 1,10$ m)



3. INTERSEZIONI

3.1. Svincolo con circolazione a rotatoria

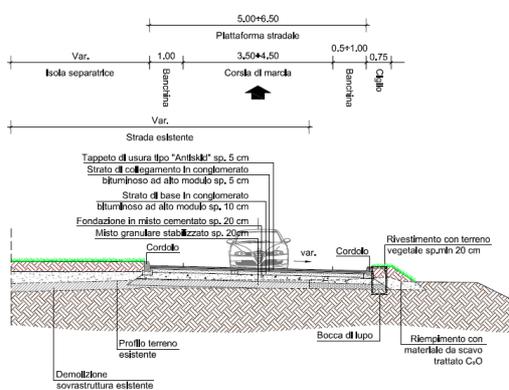
Il progetto prevede la realizzazione di una rotatoria nell'intersezione tra via Dell'Elettronica e via Dei Cantieri e un'intersezione a T per il mantenimento del collegamento con l'area a sud del Terminal e via Moranzani.

La rotatoria di progetto è caratterizzata da diametro esterno, misurato sulla linea bianca esterna, di 80 m, classificata come sistemazione con "circolazione rotatoria" secondo il D.M. 19 aprile 2006.

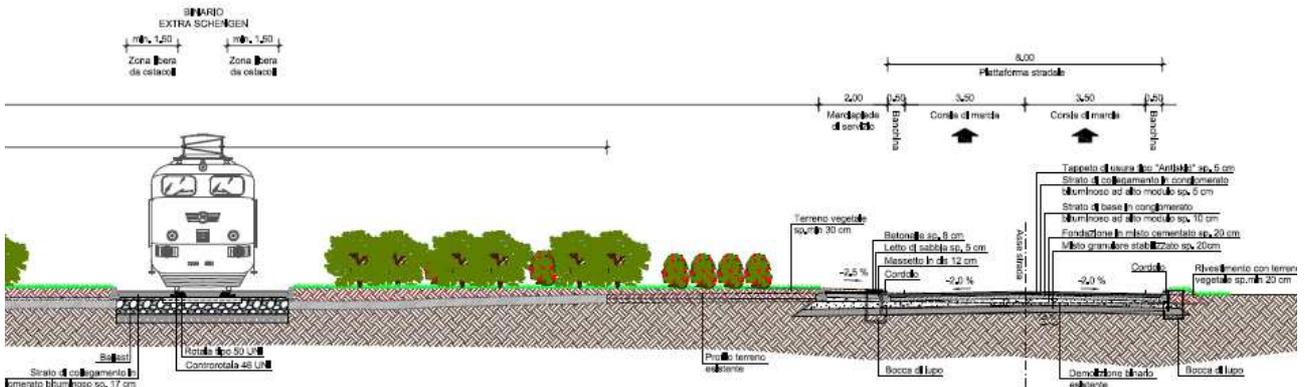
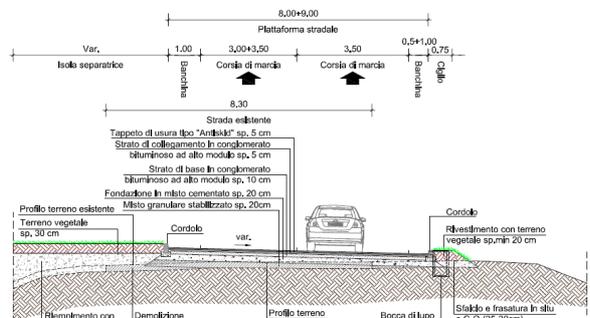
La dimensioni è dettata dalla necessità dell'inserimento dei bracci esistenti molto vicini, e la presenza di tre rami di ingresso a due corsie ed una sola corsia per il ramo corrispondente a via dei Cantieri. Inoltre il grande diametro della rotatoria è dovuto alla necessità dell'attraversamento ferroviario a singolo binario.

Infine, l'anello giratorio è costituito da due corsie di 3,50m e le corsie di ingresso hanno larghezza complessiva variabile da 6,50m a 7,00m per gli ingressi a due corsie e 3,50m per gli ingressi a singola corsia. I rami di uscita sono in tutti i casi a corsia singola (come previsto dalla succitata norma) di larghezza pari a 4,50m.

SEZIONE CARATTERISTICA RAMO DI USCITA ROTATORIA
Scala 1:100



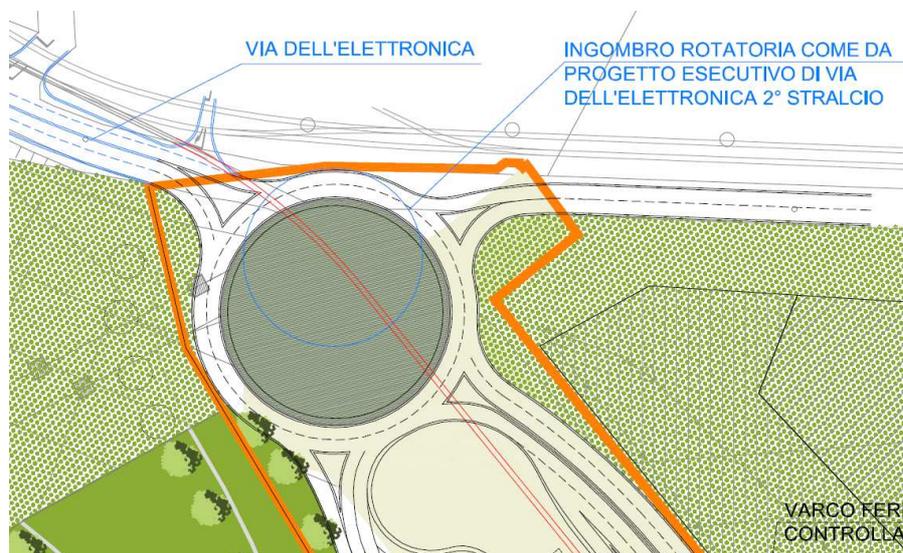
SEZIONE CARATTERISTICA RAMO DI INGRESSO ROTATORIA A 2 CORSIE
Scala 1:100



Le geometrie dei rami delle rotatorie presentano una configurazione variabile, sia nella dimensione della corsia che in quella delle banchine. Questi elementi, infatti, passano dalle dimensioni della carreggiata tipo E a quelle richieste per le rotatorie, seguendo le prescrizioni della norma sulle intersezioni stradali riguardanti la larghezza delle corsie.

La forma delle isole direzionali e dei cigli dei bracci, la larghezza delle corsie in ingresso e in uscita e i raggi delle traiettorie d'entrata e di uscita, sono stati dimensionati con il duplice scopo di massimizzare le condizioni di sicurezza degli utenti e di mantenere buone caratteristiche di scorrevolezza rallentando i veicoli in ingresso e favorendone l'uscita dall'anello.

L'isola centrale è dotata di cordolo insormontabile (come previsto dal DM 19.04.2006) e di marciapiede di servizio di larghezza pari a 2,00m. Per aumentare la percezione della rotatoria, l'isola centrale sarà opportunamente piantumata. La velocità di percorrenza delle rotatorie è stata fissata a 30 km/h.



Dal punto di vista altimetrico si è cercato di seguire il più possibile l'orografia del terreno esistente e di mantenere le quote di innesto delle viabilità esistenti e del progetto esecutivo in fase di realizzazione di via Dell'Elettronica da parte dell'Autorità Portuale di Venezia. Inoltre le quote di progetto dovevano verificare l'ulteriore vincolo dato dall'andamento plano-altimetrico del tracciato ferroviario.

Allo scopo di migliorare l'inserimento dell'infrastruttura nell'ambiente circostante, sono state previste delle opere a verde costituite principalmente dall'inerbimento delle isole di traffico.

Caratteristiche tecniche:

ANELLO GIRATORIO		
	raggio esterno	40,00 m
	larghezza anello giratorio	7,00 m
	banchina laterale sx	0,50 m
	banchina laterale dx	0,50 m
INGRESSO		
Ramo via dei Cantieri	Larghezza entrata	3,50 m
Ramo via dell'Electronica Nord	Larghezza entrata	6,50 m
Ramo via dell'Electronica Sud	Larghezza entrata	7,00 m
Ramo proveniente area. comm. direz	Larghezza entrata	7,00 m
USCITA		
Ramo via della Cantieri	Larghezza uscita	4,50 m
Ramo via dell'Electronica Nord	Larghezza uscita	4,50 m
Ramo via dell'Electronica Sud	Larghezza uscita	4,50 m
Ramo proveniente area. comm. direz	Larghezza uscita	4,50 m

3.2. *Intersezioni e svincoli: tracciamento plano-altimetrico*

Per quanto riguarda il tracciamento degli svincoli e delle intersezioni si è fatto riferimento al DM 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

Quest'ultime forniscono i parametri geometrici, il campo delle velocità di progetto e le distanze di visibilità da considerare nel dimensionamento in corrispondenza delle intersezioni stradali.

I parametri geometrici di tracciamento consigliati sono correlati alla velocità di progetto secondo la seguente tabella:

Velocità di progetto (km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico min. (m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max salita (%)	7			5		
Pendenza max discesa (%)	8			6		
Raggi minimi verticali convessi (m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi (m)	250	500	750	1000	1400	2000
Pendenza trasversale min. (%)	2,5					
Pendenza trasversale max. (%)	6					
Visibilità longitudinale min. (m)	25	35	50	70	90	115

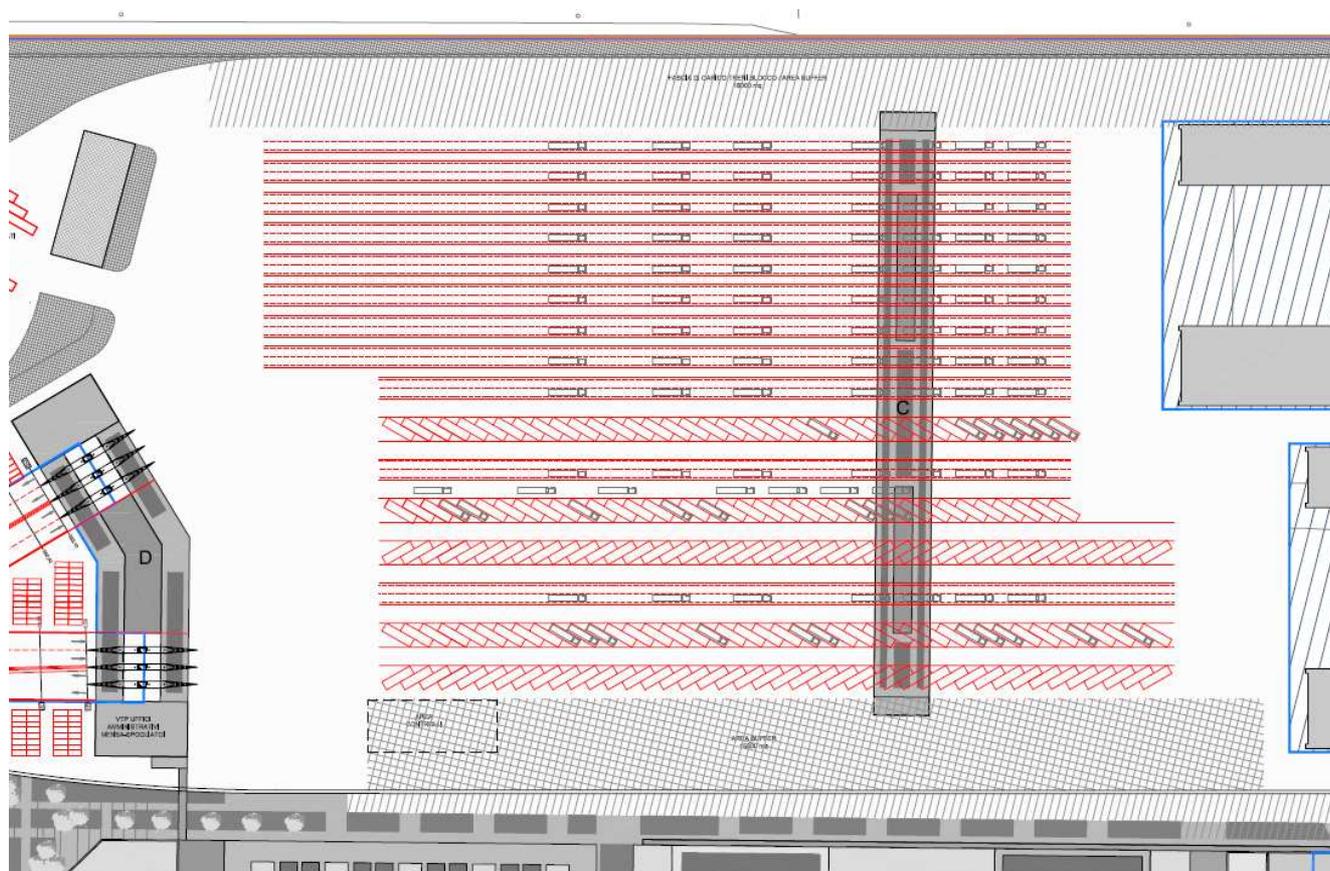
4. IL PIAZZALE

All'interno dell'area portuale sono previsti vasti piazzali per la sosta dei trailers ed in generale degli automezzi durante la fase di carico-scarico delle navi.

Per l'area a nord, lo stazionamento avviene in senso longitudinale rispetto alla via di transito per l'imbarco, mentre per l'area a sud si prevede una disposizione a "spina di pesce". Gli stalli sono intervallati da larghe corsie che collegano tutto il piazzale con le darsene adiacenti alle navi. Questo layout consente di ottimizzare le manovre delle motrici portuali e di permettere lo spostamento di trailers anche accodati in luoghi più distanti dalle darsene.

Il dimensionamento di quest'area è sufficiente a garantire la sosta simultanea del totale dei trailers potenzialmente imbarcabili nelle 4 navi attraccabili. Infatti l'area immediatamente a valle del varco si sviluppa verso i piazzali di imbarco e sbarco per oltre 450 m con una larghezza di circa 250 m: tale superficie (che include quella necessaria alle manovre e alla sicurezza) è sufficiente allo stazionamento di almeno 360 camion completi più 300 autovetture.

Inoltre a ridosso di quest'area sono presenti due ulteriori fasce denominate *fascia di carico treni blocco/area buffer* che possono essere utilizzate per lo stazionamento dei mezzi o della merce.



Lo stazionamento dei mezzi in attesa dell'imbarco è reso sicuro dalla presenza di percorsi di servizio che, nell'allestimento del piazzale mediante segnaletica orizzontale e verticale, devono essere

lasciati sgombri. Si è ipotizzato che i mezzi destinati all'imbarco siano posizionati in corrispondenza di piazzole ciascuna delle quali dedicata ad una nave, come peraltro avviene nei maggiori porti già strutturati per analoghi traffici. Nulla vieta d'altra parte, specie nel caso in cui si consideri il traffico di soli trailers, di considerare unitario il piazzale e riconoscere il mezzo da trainare a bordo di una piuttosto che di un'altra nave per mezzo di identificativi posti su ciascun mezzo.

Le vie di esodo si sviluppano lungo la fascia nord e la fascia sud dell'area, distinte per mezzi che sbarcano dalle navi attraccate nelle due darsene; poiché anche i mezzi in arrivo, sbarcati dalle navi, potrebbero necessitare di attesa (per esigenze doganali, per attendere la motrice, per motivi legati alle limitazioni al traffico di mezzi pesanti sulla viabilità ordinaria, ecc), si è identificata un'ampia fascia a sud di 40 m×390 m e 30x600 a nord. Poiché l'intera fascia, larga circa 60 m e compresa fra la linea che delimita la viabilità di accesso ed il confine nord dell'area, è di fatto uno spazio gestibile con la massima elasticità, dato che i binari sono a raso, si giudicano largamente sufficienti gli spazi disponibili rispetto alle esigenze operative.

Si evidenzia comunque che le disposizioni degli stalli negli elaborati grafici soddisfano le esigenze di traffico ma sono comunque possibili altre configurazioni in ragione della prevalenza di alcuni tipi di flussi rispetto ad altri. Infatti il punto di forza del Terminal è proprio la possibilità di variazione di destinazione d'uso e di flessibilità di organizzazione dell'area a piazzale in funzione delle necessità di imbarco-sbarco del Porto.

5. PAVIMENTAZIONE STRADALE

La scelta della sovrastruttura da eseguire nel piazzale della banchina del Terminal Ro-Ro nasce dalla necessità di rispondere alle esigenze di traffici veicolari pesanti e lenti tipici di aree carrabili e logistiche; in questo caso il problema è amplificato dal luogo di esecuzione caratterizzato da sottofondi di scarsa portanza.

Si è, quindi, optato per una sovrastruttura di tipo semirigido, la quale rappresenta una tipologia intermedia tra le pavimentazioni rigide e quelle flessibili, in quanto combina l'elevata resistenza ai carichi ed all'ormaiamento delle prime con l'assenza di giunti e la flessibilità delle seconde.

Inoltre si è scelto di costruire gli strati portanti avendo cura di recuperare, per quanto possibile, terre e materiali marginali stabilizzandoli a calce e cemento. In quanto modo si ottengono pacchetti di sottofondazione insensibili all'umidità e grazie alle buone resistenze meccaniche in grado di collaborare con gli strati sovrastanti nella dissipazione dei carichi di compressione.

La sezione così individuata risulta essere la seguente:

pavimentazione in conglomerato bituminoso	<ul style="list-style-type: none"> – strato di usura (<i>costruzione differita nel tempo</i>) – strato di collegamento cm 5 – strato di base cm 10
Fondazione a legante idraulico	– misto cementato cm 20
Fondazione non legata	– misto granulare stabilizzato cm 20
Sottofondazione	– stabilizzazione a calce e cemento di terreni cm 35

Tale soluzione restituisce una pavimentazione in grado di esplicitare:

- un ottimo compromesso tra flessibilità e resistenza ai carichi statici;
- la totale assenza di giunti;
- brevi tempi di apertura al traffico, se a confronto con una pavimentazione rigida;
- un'elevata resistenza ai cicli di gelo/disgelo ed agli agenti chimici.

