

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
PARTE GENERALE
OPERE CIVILI
ANALISI DI RISCHIO FERROVIARIO. VIADOTTI ALPONE E SAN BONIFACIO**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio	Valido per costruzione		
Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503	Iricav Due Ing. Paolo Carmona	Data:		-
Data:	Data:			

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

I	N	1	7	1	0	E	I	2	R	H	M	D	0	0	0	0	0	0	3	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing Alberto Levorato 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL CONSULENTE
A	EMISSIONE	De Carlo	Aprile 2022	De Carlo	Aprile 2022	Fava	Aprile 2022	 ING. FRANCESCO FAVA Direttore Tecnico di CONTECO CHECK N. 20560 ORDINE ING. PROV. DI MILANO

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1711E12RONV5400001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato

**ANALISI DI RISCHIO FERROVIARIO PER IL 1° LOTTO FUNZIONALE
VERONA-BIVIO VICENZA****RAPPORTO DI SINTESI n. 01**

RdS01_00 del 29.04.2022

Committente del controllo



Emissione	Oggetto	Redatto	Verificato	Approvato
RdS01_00	Emissione	Cremasco, De Carlo	De Carlo	Fava

Sommario

EXECUTIVE SUMMARY	2
1. DOCUMENTAZIONE ESAMINATA	3
2. RISCHIO DI SVIO	3
2.1 SCOPE OF WORK	3
2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFIA	4
2.3 INQUADRAMENTO TEORICO	5
2.4 RISCHIO DI SVIO DERIVANTE DA GRAVI ANORMALITÀ DI ESERCIZIO	8
2.5 CONFERME DALL'ESPERIENZA	9
2.6 ANALISI DEI CALCOLI DI VERIFICA CINEMATICA	10
2.7 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ PLANOALTIMETRICA	13
2.8 SINTESI DELLE VERIFICHE GEOMETRICHE E CINEMATICHE	14
3. CONCLUSIONI	18
4. ALLEGATO – TABULATI DI VERIFICA	19
4.1 LINEA AV	19
4.2 VARIANTE 1 LINEA STORICA	47
4.3 VARIANTE 2 LINEA STORICA	52

Executive summary

Il presente documento riporta l'esito delle analisi di sicurezza ferroviaria del progetto della linea AV/AC Verona – Padova, 1° Lotto Funzionale Verona – Bivio Vicenza, con particolare riferimento ai seguenti ambiti:

- Valutazione delle condizioni geometriche del tracciato, al fine di verificarne i parametri che ne condizionano il **rischio di deragliamento del treno** lungo tutta la tratta, in particolare in corrispondenza delle porzioni di linea a cavallo dei viadotti “dell’Alpone”, ubicato tra la pk 20+219,51 e la pk 21+991,51 e “San Bonifacio”, ubicato tra la pk 24+874,84 e la pk 25+314,84.
- Analisi di rischio probabilistica e quantitativa della **sicurezza in galleria**, in particolare per la galleria artificiale “San Martino”, a singola canna e doppio binario, compresa tra la pk 4+942,53 e la pk 6+842,53, per una lunghezza complessiva di 1.900 m.

In particolare, questo rapporto rendiconta le attività di verifica dei parametri geometrici e cinematici del tracciato, al fine di accertarne l'idoneità ai fini del rischio di svio.

Per quanto attiene all'analisi di rischio in galleria si rimanda al relativo Rapporto di Sintesi n. 2 – RdS02_00.

Le analisi tecniche, geometriche e algoritmiche del tracciato e del progetto hanno dato esito positivo: i riferimenti tecnici e normativi in base ai quali è stata sviluppata la progettazione del tracciato delle linee AV, infatti, sono risultati idonei a garantire gli standard di sicurezza prescritti, in quanto i parametri geometrici e cinematici adottati presentano sempre un ampio margine di sicurezza rispetto al rischio di svio.

1. Documentazione esaminata

Per lo svolgimento del servizio è stata esaminata la seguente documentazione, consegnata dalla Committenza mediante sharepoint:

- File (editabili) del tracciato e del profilo altimetrico
- Elaborati (.pdf) del segnalamento
- Dossier sicurezza GA - caricato
- Elaborati carpenterie GA - caricato
- Elaborati progetto impiantistico GA

2. Rischio di svio

2.1 Scope of work

La prima attività ha avuto lo scopo di analizzare il progetto della linea AV/AC Verona-Padova, sub tratta Verona-Vicenza, 1° sub lotto Verona - Montebello Vicentino, con particolare riferimento alle condizioni geometriche del tracciato, al fine di verificarne i parametri che ne condizionano il rischio di deragliamento in corrispondenza di due porzioni di linea, a cavallo dei viadotti "dell'Alpone", ubicato tra la pk 20+219,51 e la pk 21+991,51 e "San Bonifacio", ubicato tra la pk 24+874,84 e la pk 25+314,84.

L'analisi ha ripercorso i criteri di progetto, accertandone l'adeguatezza in base alla velocità massima di progetto, ai riferimenti tecnici adottati, agli standard progettuali e alle linee guida applicabili, oltre che ai criteri di minimizzazione delle operazioni di manutenzione.

Lo studio si è articolato nei seguenti passaggi:

- ❖ Analisi del contesto territoriale e vincolistico sul quale si snoda il tracciato di progetto: verifica dell'impatto dei vincoli dettati dalle norme tecniche e interferenza con le fasce di rispetto.
- ❖ Verifica dei criteri e dei parametri di progetto:
 - Verifica dell'adeguatezza dei riferimenti tecnici e normativi (RFI, ANSF, ecc.)
 - Analisi della scelta dei parametri geometrici e cinematici in base ai vincoli esistenti (grado di urbanizzazione del territorio, tipologia di rotabili previsti in esercizio, velocità di progetto, operabilità ferroviaria).
- ❖ Allineamento orizzontale – calcolo delle sopraelevazioni e individuazione dei raggi minimi in base alle variabili agenti simultaneamente visto l'esercizio promiscuo (velocità minima e massima, sopraelevazione, insufficienza, eccesso di sopraelevazione).
 - Curve planimetriche di transizione – verifica del loro valore massimo in base alle condizioni limite di tracciato (limite di variazione della insufficienza della sopraelevazione in funzione del tempo, limite di variazione della sopraelevazione in funzione del tempo, limite del valore di sopraelevazione), verifica degli sghembi.
 - Lunghezza minima dei rettilinei per attenuare gli effetti delle variazioni sul movimento del materiale rotabile.
- ❖ Allineamento verticale – verifica delle pendenze minime e massime e raggi dei raccordi altimetrici in base ai parametri di comfort (contraccollo e velocità di rollio o di sollevamento):
 - Coordinamento piano-altimetrico – verifica delle combinazioni curva verticale-curve orizzontale e della pendenza compensata, raccordi parabolici.
 - Propagazione degli errori indotti dalle formule approssimate del software di calcolo adottato per il tracciamento e modalità di compensazione
- ❖ Adattamenti in sovrapposizione con la linea storica.

- ❖ Verifica delle condizioni limite e loro compatibilità con gli standard di comfort e di sicurezza in esercizio.
- ❖ Verifiche di intervista (bordi interni) e interasse e dei relativi franchi di sicurezza fra le sagome dei treni incrocianti.
- ❖ Analisi di sensitività del tracciamento – verifica della sicurezza del tracciato a fronte della graduale variazione dei parametri geometrici.
- ❖ Analisi dell’impatto di possibili condizioni anomale di esercizio che possano incrementare il rischio di svio e deragliamento: superamento di parametri limite, difetti di allineamento, comportamenti anomali in esercizio.
- ❖ Impatto manutentivo: verifica che i parametri adottati necessitino di lavori di correzione posizionale del binario superiori alla media o che siano necessari maggiori oneri di controllo e cura del binario per garantire che scostamenti delle grandezze geometriche siano entro i limiti di tolleranza prefissata.

2.2 Riferimenti normativi e bibliografia

Per la conduzione delle analisi di rischio di svio si è fatto riferimento alle seguenti norme e documenti:

- “Manuale di progettazione d’armamento” - RFI_DTCSI_M_AR_01_001_1_A del 13/09/2019
- “Specifica Tecnica di Interoperabilità Infrastruttura” del 18/11/2014
- Norma EN 13803 “Railway applications - Track - Track alignment design parameters - Track gauges 1435 mm and wider” – Aprile 2017
- Specifica Tecnica RFI_TCAR_ST_AR_01_002 “Linee guida per la realizzazione e manutenzione dei binari su base assoluta con tracciati riferiti a punti fissi in coordinate topografiche” anno 2001
- RFI_DPR_DIT_LG_IFS003 “Linee Guida per lo sviluppo di un sistema di controllo del binario rispetto ad una rete di punti fissi, su linee non alta velocità, e relative procedure di controllo” anno 2015
- Procedura Operativa RFI_DPR_PS_IFS_90 “Rilievi della geometria del binario e relative disposizioni manutentive” anno 2013
- Istruzione tecnica RFI_TCAR_IT_AR_01_011_A “Attivazione all’esercizio dell’armamento e della linea di contatto di linee e tratti di linea contatto di linee e tratti di linea” del 21/12/2012
- Tesi di dottorato di ricerca dell’ing. Daniele Cortis “*Studio delle interazioni ruota – rotaia ai fini della sicurezza dell’esercizio e della manutenzione. ... (omissis) ...*” anno accademico 2016-2017,
- “Regolamento per la Circolazione Ferroviaria” emanato con decreto ANSF (ora ANSFISA) del 09/08/2012
- Nota ANSF del 28/02/2020 “Raccomandazione di cui all’art. 16 comma 2 lettera z) del D.Lgs. 50/2019 riguardante il malfunzionamento dell’attuatore del telaio di punta del deviatore 5 a manovra oleodinamica di PM Livraga. Secondo avviso”
- Nota ANSF del 28/02/2020 “Raccomandazioni della Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie (DGIF) in esito alla chiusura dell’Indagine sullo svio del treno regionale 2885 di Trenitalia, occorso il dì 14/07/2012 presso il PM di Lavino (BO)”
- Specifica Funzionale – Sistema di monitoraggio dei giunti isolanti incollati – Specifica del sensore – RFI_TCAR_SF_AR_12_004_A del 19/02/2012
- Nota RFI-DPR-DIT\A0011\P\2016\00 0090 del 11/03/2016 con oggetto: Posa in opera e la manutenzione dei GII dotati di Dispositivo di controllo giunto meccanico (DCGM)
- Costruzione del Veicolo Ferroviario – Romano Panagin – Edizione CIFI

- *Raccomandazione di cui all'art. 16 comma 2 lettera z) del D.Lgs. 50/2019 riguardante la manutenzione degli assili pieni - protocollo ANSF (ora ANSFISA) U.0001393.24 del 24-01-2020.*

2.3 Inquadramento teorico

Lo svio viene affrontato dalla letteratura specialistica quasi esclusivamente sotto l'aspetto della prevenzione, mentre viene analizzato molto marginalmente nella sua dinamica: un'approfondita conoscenza del fenomeno può tuttavia risultare molto utile per meglio comprendere il significato dei vincoli di tracciamento imposti dalla normativa, e farne così un utilizzo più consapevole.

Le considerazioni che seguono riguardano il binario, in particolare il suo tracciamento e le reciproche interazioni con i rotabili: vengono esaminate le possibili anomalie critiche per la sicurezza, che devono essere tenute costantemente in considerazione sia in fase progettuale che di esercizio, e gli accorgimenti per prevenirle, senza però entrare nel merito delle possibili difettosità riguardanti i rotabili, le cui conseguenze¹ prescindono totalmente dalla corretta progettazione e realizzazione del tracciato. Non rientra ovviamente nell'oggetto della verifica la protezione della sede ferroviaria rispetto al possibile sconfinamento di autoveicoli incidentati sfuggiti dalle attigue vie di comunicazione e, tantomeno, la mitigazione delle conseguenze di calamità naturali, atti vandalici e terroristici.

I riferimenti tecnici e normativi in base ai quali è stata sviluppata la progettazione del tracciato delle linee AV sono risultati esaurienti e del tutto idonei a garantire gli standard di sicurezza previsti a livello nazionale e internazionale. I parametri geometrici e cinematici adottati, e le conseguenti velocità, presentano sempre un ampio margine di sicurezza rispetto al rischio di svio.

Si tratta di parametri determinati e perfezionati da RFI nel corso del tempo grazie ad una lunga esperienza d'esercizio, di progettazione e realizzazione di infrastrutture ferroviarie, la cui applicazione si è sempre più consolidata, senza che nella versione attuale si siano mai dimostrati inadeguati per la sicurezza, risultando anzi più restrittivi degli attuali standard europei.

Le verifiche di conformità effettuate sulle curve presenti nella tratta (cfr. fogli di calcolo allegati), hanno conseguito risultati in linea con i valori più restrittivi prescritti dal "Manuale di Progettazione d'Armamento" RFI_DTCSI_M_AR_01_001_1_A, ove essi vengono definiti "valori limite", distinguendoli così con molta chiarezza dai valori eccezionali.

Si evidenzia che, nella determinazione della cosiddetta "Velocità Limite in Curva", giocano un ruolo fondamentale, ancor più dell'Insufficienza di Sopraelevazione, i seguenti parametri:

- *Rapporto di variazione della sopraelevazione* (equivalente allo storico parametro "velocità di rollo")²
- *Rapporto di variazione della insufficienza di sopraelevazione* (equivalente allo storico parametro "contraccolpo")

perché la loro limitazione, e soprattutto quella del secondo, consente di contenere in maniera più efficace le sollecitazioni a cui il veicolo è sottoposto. Non sfugge all'attenzione che in tutte le curve verificate, il rapporto di variazione della sopraelevazione (dd/dt) rappresenta il parametro cinematico più restrittivo da rispettare per determinare la lunghezza delle curve di transizione.

L'Insufficienza di Sopraelevazione, infatti, per quanto elevata possa risultare in situazioni del tutto emergenziali, estranee quindi al contesto in esame³, a un'adeguata distanza dall'inizio della curva circolare determina una traiettoria del veicolo stabilizzata dinamicamente, caratterizzata da un sovraccarico delle ruote ubicate sul lato

¹ Non si tratta di fatalità, essendo agevolmente possibile prevenire adeguatamente tali conseguenze grazie allo scrupoloso rispetto delle previste procedure e delle raccomandazioni emesse da parte di ANSFISA.

² Nel seguito della relazione si farà di norma uso dei parametri unificati a livello europeo; tuttavia, quando i corrispondenti parametri storicamente utilizzati in Italia rendessero più intuitiva la comprensione dei fenomeni fisici che li riguardano, se ne privilegerà il loro uso.

³ La presenza dell'ERTMS impedisce che un treno possa superare la velocità massima ammessa rispetto alle caratteristiche del tracciato e alla distanza libera da altri treni in precedenza al medesimo.

esterno curva e da un alleggerimento di quelle sul lato interno. È accertato che in queste condizioni il rischio di ribaltamento si presenterebbe per velocità superiori al doppio rispetto a quelle previste in progetto; tuttavia, tale rischio non viene preso in considerazione perché lo svio lo precede in sequenza temporale, verificandosi a una velocità di poco inferiore a quella teorica di ribaltamento. A provocare lo svio nel primo tratto della curva circolare, infatti, è un'eccessiva perturbazione che la traiettoria del rotabile subisce a causa del troppo rapido variare dei due parametri critici prima considerati.

Ne è conferma anche il contenuto della Normativa Europea (STI Infrastruttura e norma EN 13803), che prevede un valore massimo di *Insufficienza della Sopraelevazione*⁴ pari a 153 mm, equivalenti a 1 m/secq di accelerazione centrifuga non compensata, valori ben superiori a quanto previsto dalla normativa RFI. Tale norma prescrive tuttavia per il "*rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione (di/dt)*" e per il "*rapporto di variazione della sopraelevazione (dd/dt)*" valori sostanzialmente allineati con quelli della più restrittiva norma RFI.

Appare dunque evidente che, agli effetti del comfort percepito dai viaggiatori e soprattutto della sicurezza, è fondamentale limitare adeguatamente la rapidità con cui questi parametri variano lungo la curva di transizione.

Al fine di delimitare il campo d'indagine, si evidenzia che su un binario in rettilineo in condizioni normali il problema svio non si presenta: un binario di nuova costruzione presenta difettosità di allineamento del tutto irrilevanti, e il rotabile procede secondo una traiettoria pressoché rettilinea. Con la sua prolungata utilizzazione possono insorgere progressivamente piccoli difetti, che risultano privi di ripercussioni sulla stabilità di marcia, grazie al particolare accoppiamento ruota-rotai, caratterizzato da ruote di forma tronco conica munite di bordino e da rotaie posate con un'analogha inclinazione (1/20 verso l'interno del binario). Gli attuali veicoli per utilizzo commerciale sono esclusivamente del tipo a carrelli; il loro moto coinvolge due coppie di sale montate, parallele tra loro e solidali per mezzo di sospensioni elastiche al telaio del rispettivo carrello, sul quale a sua volta è vincolata la cassa, pure essa per mezzo di sospensioni elastiche. La dinamica dovuta a questo tipo di accoppiamento e all'accoppiamento ruota-rotai prima descritto realizza durante la marcia un sistema di guida "autostabilizzante", in cui ogni allontanamento della sala montata dalla posizione centrata di rotolamento origina forze di richiamo gravitazionali che tendono a riportarla nella posizione iniziale, senza che si renda necessaria l'azione di guida da parte del bordino⁵.

Ritornando alla pratica ferroviaria, la traiettoria anomala che ne consegue, nota con il nome di serpeggio, tende gradualmente a smorzarsi, facilitata in ciò dalla presenza degli ammortizzatori antiserpeggio inseriti orizzontalmente tra cassa e carrello. Qualora tuttavia i difetti di allineamento del binario assumessero valori ampiamente fuori tolleranza a causa di una prolungata assenza di manutenzione, il serpeggio anziché estinguersi potrebbe amplificarsi, riconducendo così il fenomeno a condizioni analoghe a quelle di una curva percorsa a velocità eccessiva, esaminate subito appresso.

Anche in buone condizioni di manutenzione, in una curva circolare, il rischio di svio, per quanto evento impossibile alle normali velocità d'esercizio, ai fini della prevenzione deve essere tenuto nella dovuta considerazione facendo eccezionalmente riferimento al contesto di velocità fortemente superiori alla norma, alle quali esso si manifesta con modalità sufficientemente prevedibili.

Al fine di approfondire il fenomeno dal punto di vista dinamico, in fig. 1 sono stati rappresentati in scala i moduli dei vettori significativi agli effetti dello svio, prendendo come riferimento una generica curva di raggio 1.000 m, realizzata con sopraelevazione trasversale di 16 cm e correttamente percorsa da un treno alla velocità di 179 km/h, o più genericamente una curva, caratterizzata dalla stessa sopraelevazione trasversale (16 cm) e percorsa da un treno ad una velocità tale che in relazione al raggio si determini un'accelerazione centrifuga non compensata di 0,6 m/secq (92 mm di insufficienza di sopraelevazione).

⁴ Il Manuale di Progettazione RFI prevede per la velocità di progetto un valore notevolmente inferiore, 92 mm per velocità non superiori a 200 km/h, e 100 mm per velocità fino a 250 km/h.

⁵ Cfr. Tesi di dottorato di ricerca dell'ing. Daniele Cortis "*Studio delle interazioni ruota – rotaia ai fini della sicurezza dell'esercizio e della manutenzione. ... (omissis) ...*" a.a. 2016 – 2017

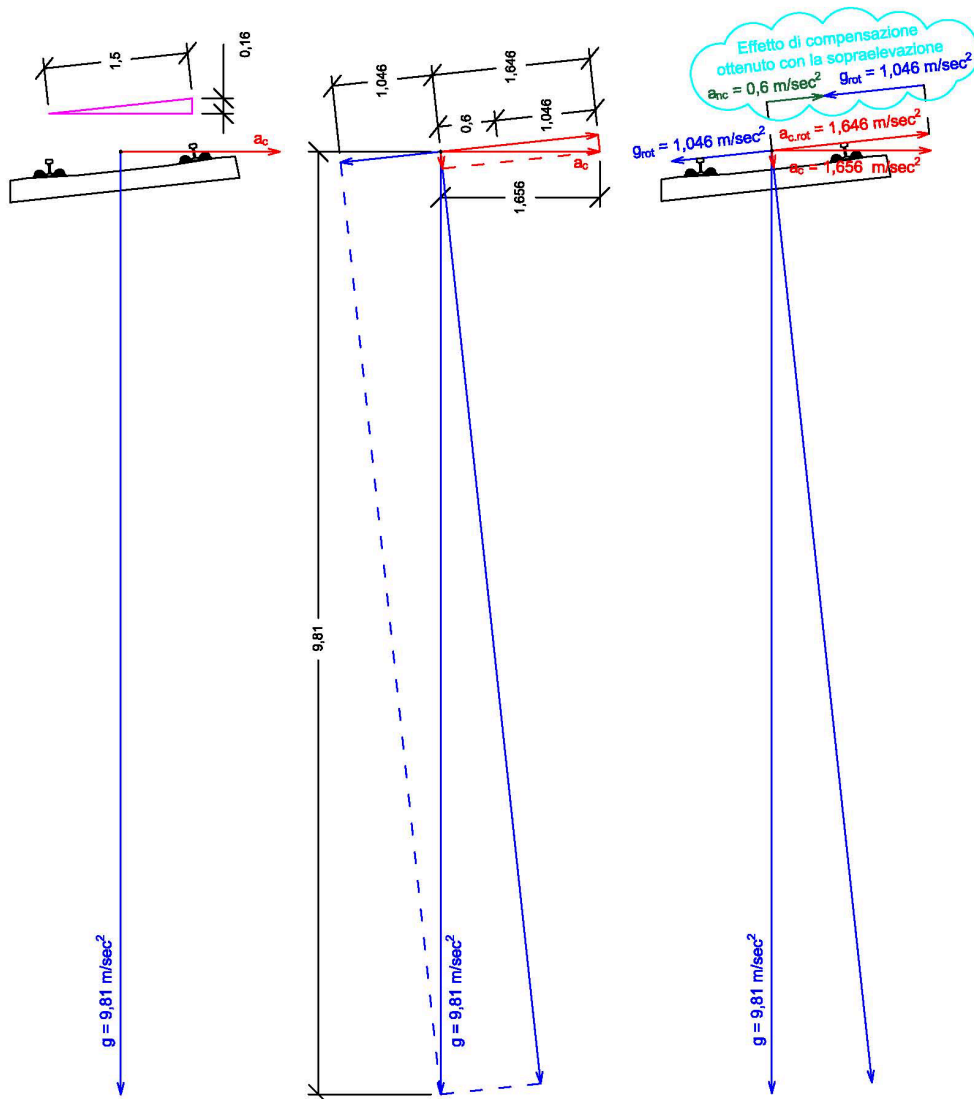


Fig. 1 – Scomposizione vettoriale in scala delle accelerazioni con sopraelevazione trasversale di 16 cm (valore massimo ammesso in Italia)

Si nota come l’accelerazione centrifuga e_c a maggior ragione, quella centrifuga non compensata siano notevolmente inferiori all’accelerazione di gravità⁶. Si tratta di una conferma inequivocabile che l’evento rappresentato qualitativamente in fig. 2 come condizione limite allo svio, richiede una velocità di gran lunga superiore a quella prevista in progetto.

⁶ Cfr. Tesi di dottorato di ricerca dell’ing. Daniele Cortis “Studio delle interazioni ruota – rotaia ai fini della sicurezza dell’esercizio e della manutenzione. ... (omissis) ...” a.a. 2016 – 2017

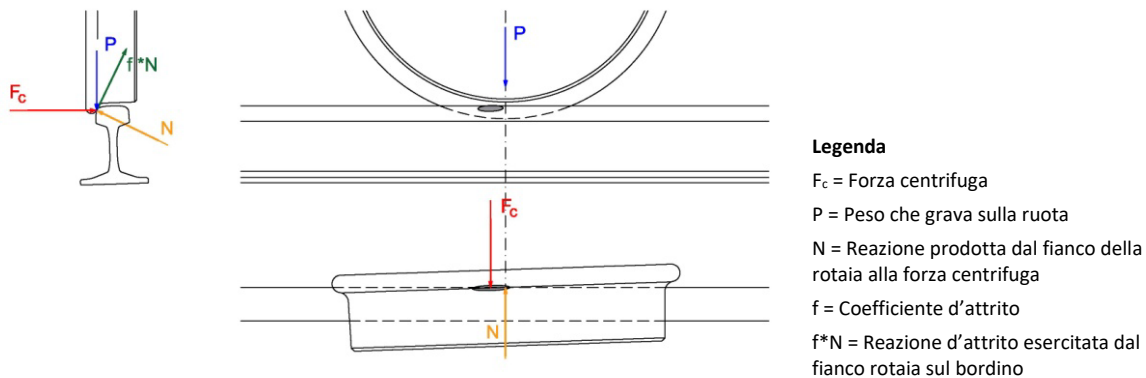


Fig. 2 – Scomposizione vettoriale delle forze che agiscono su una ruota nella condizione limite allo svio (i moduli dei vettori sono indicativi)

Esaminando infatti la scomposizione vettoriale, si nota che in questo caso la forza centrifuga risulta in modo anomalo del tutto superiore alla forza peso, a causa di una velocità evidentemente molto maggiore di quella consentita dalla curva. Nella situazione rappresentata, la componente verticale della reazione di attrito bordino-rotaia ha superato da qualche istante la forza peso per i motivi che verranno esaminati in seguito, di conseguenza la ruota ha incominciato ad alzarsi fino a raggiungere una momentanea posizione di equilibrio instabile.

L'esperienza insegna che in questa situazione svolge un ruolo fondamentale l'incremento che la forza peso subisce a causa dello sbilanciamento laterale. Il sovraccarico sulle ruote esterno curva contribuisce a contrastare la reazione d'attrito bordino-rotaia, che tende a spingere la ruota verso l'alto. L'effetto dell'eccessiva velocità diventa tuttavia irrimediabile qualora la marcia del veicolo oltre a essere sbilanciata lateralmente risulti anche perturbata da oscillazioni rotatorie intorno a una asse longitudinale.

Ne è causa una troppo rapida rotazione della cassa intorno alla rotaia bassa della rampa e soprattutto la brusca variazione che la velocità angolare che la caratterizza subisce alle due estremità della rampa. Nella situazione di equilibrio instabile prima rappresentata, nel momento in cui le ruote lato esterno curva risultano alleggerite dall'oscillazione, la reazione d'attrito può prevalere e il bordino può sormontare definitivamente il fungo della rotaia, provocando lo svio. Oltre ad oscillazioni eccessive della cassa può risultare determinante, come visto in precedenza, anche un anomalo serpeggio del veicolo a causa di accentuati difetti di allineamento conseguenti a una molto trascurata manutenzione del binario.

Tutto ciò conferma inequivocabilmente che il rispetto dei valori limite dei parametri cinematici, anche se definiti in modo molto restrittivo dalla normativa di RFI in funzione del comfort dei viaggiatori, unitamente a una corretta manutenzione del binario, riconducono la dinamica di interazione ruota-rotaia al contesto di fig. 1, dove la forza peso, risultando ben 16,35 volte superiore all'accelerazione centrifuga non compensata, rende del tutto irrilevante un modesto sbilanciamento oscillatorio.

2.4 Rischio di svio derivante da gravi anomalie di esercizio

Anomalie d'esercizio del tutto particolari hanno talora prodotto ripercussioni anche gravi sulla sicurezza della circolazione: ciò, tuttavia, non è mai risultato conseguenza di una inadeguatezza dei valori limite previsti dalla normativa per i parametri geometrici e cinematici del binario.

L'approfondimento di anomalie determinate da fattori estranei al progetto del tracciato, ma con ripercussioni significative sulle corrette condizioni dell'armamento nei riguardi della sicurezza, esula dalle specifiche verifiche di adeguatezza e conformità dei parametri geometrici e cinematici del progetto. Considerata la loro importanza se ne fornisce tuttavia una rapida descrizione.

Si tratta essenzialmente di:

- Slineamenti del binario dovuti a temperature eccezionalmente elevate.
- Deterioramento dei giunti isolanti incollati utilizzati per delimitare i circuiti di binario di tipo tradizionale.
- Errati cablaggi interni o errati allacciamenti dei dispositivi di manovra e controllo degli scambi.

Senza entrare nei dettagli di queste anomalie, si evidenzia che le loro conseguenze per la sicurezza possono essere prevenute o drasticamente limitate con l'adozione di idonei accorgimenti gestionali, tra cui:

- Monitoraggio della temperatura delle rotaie mediante appositi Sistemi Diagnostici e prescrizione di riduzione della velocità nel caso di superamento della soglia critica. È comunque fondamentale la scrupolosa regolazione termica delle rotaie prima dell'attivazione.
- Installazione dei Dispositivi di Controllo Giunto Meccanico in grado di rilevare precocemente il deterioramento meccanico di eventuali Giunti Isolanti Incollati (riferimento allo svio di Pioltello Limito). Nel caso della linea AV VR-VI i giunti isolanti incollati (GII) sono quasi totalmente sostituiti dai giunti elettrici che non interrompono la continuità della rotaia. I GII nel numero minimo indispensabile sono presenti soltanto in corrispondenza del Posto di Comunicazione di Montebello, limitatamente ai rami deviati delle due comunicazioni, e precisamente una coppia all'interno di ciascuno dei quattro scambi e una coppia in posizione intermedia a ciascuna delle due serraglie, per un totale di 12 GII. Sono inoltre presenti alle due estremità della tratta AV, precisamente in corrispondenza dell'allacciamento alla stazione di Porta Vescovo lato ovest ed in corrispondenza di bivio Vicenza lato est.
- Con riferimento ai quattro scambi del Posto di Comunicazione di cui sopra, scrupolosa esecuzione delle prove di "concordanza" tra i comandi elettrici inviati, i controlli ricevuti e la posizione effettiva assunta dagli aghi degli scambi, da effettuarsi dopo la sostituzione di dispositivi di manovra o di interventi sui loro cablaggi esterni (v. Raccomandazione ANSF N° 006509/2013, con riferimento allo svio del regionale 2885, luglio 2012, presso il PM Lavino, e Raccomandazione ANSF N° 0004013/2020, con riferimento allo svio del Freccia Rossa 9595, febbraio 2020, presso il PM Livraga).

Il superamento dei valori limite dei parametri cinematici è teoricamente possibile, risultando essi funzione sia dei parametri geometrici, sia della effettiva velocità del singolo treno; è tuttavia da escludere una simile evenienza essendo di fatto impedita dalla presenza dell'ERTMS/ETCS (European Rail Traffic Management System/European Train Control System) che, in caso di superamento della velocità massima consentita, interviene dapprima con una semplice segnalazione al macchinista, ed in caso di mancata ottemperanza con la frenatura d'emergenza del treno.

Non solo, anche volendo immaginare gli scenari più impensabili, quali un'azione dolosa da parte del macchinista, con volontaria disattivazione dell'ERTMS, oppure un gravissimo "bug" nel sistema di regolazione della velocità⁷ del treno, tale da provocare un'accelerazione incontrollabile del convoglio, la velocità massima di progetto degli attuali treni AV è di 400 km/h, mentre la velocità limite allo svio, in base alle considerazioni fatte in precedenza, risulta essere di circa 440 km/h per le curve con velocità di progetto 220 km/h, e di ben 500 km/h per le curve con velocità di 250 km/h, valori assolutamente irraggiungibili sia con gli attuali treni, sia con futuri modelli più evoluti. Gli ampissimi margini di sicurezza dei parametri cinematici di RFI sono dunque una garanzia anche rispetto a scenari inimmaginabili, in particolare in corrispondenza dei viadotti Alpone e San Bonifacio, ove la velocità massima, sia di progetto, sia di rango è di 250 km/h.

2.5 Conferme dall'esperienza

Gli svii causati da una velocità eccessiva con cui un treno ha affrontato una o più curve sono stati rarissimi.

⁷ Purtroppo, non si tratta soltanto di ipotesi forzate, se si considera quanto accaduto nella laguna di Venezia alla modernissima nave da crociera entrata in collisione con la banchina a causa dei motori e del timone fuori controllo.

I dettagli tecnici di questi eventi sono reperibili abbastanza facilmente se si sono verificati in epoca non troppo remota, tuttavia difficilmente risultano utili, perché dovrebbero consentire di stimare il comportamento del treno lungo un tratto sufficientemente tortuoso, con una velocità in progressivo aumento fino al valore critico di svio. Non fornisce quindi elementi utili lo svio del treno AV avvenuto a Santiago di Compostela il 24/07/2013 percorrendo a 190 km/h una curva in cui la velocità massima⁸ era di 80 km/h: non è infatti desumibile quale fosse la velocità critica al di sotto della quale il treno sarebbe riuscito a proseguire senza sviare.

Non viene nemmeno preso invece in considerazione l'incidente del treno ETR 460 (pendolino) avvenuto sulla curva lato nord della stazione di Piacenza il 12 gennaio 1997: le circostanze dello svio presentavano infatti strane anomalie le cui cause da un punto di vista tecnico non hanno mai ricevuto una soddisfacente spiegazione.

Risulta invece utile conoscere la dinamica di un episodio accaduto il 28/11/1997 sulla ripida discesa della linea dei Giovi.

Un treno merci composto da 21 carri, partito da Alessandria con la condotta dell'aria compressa collegata per errore ai soli primi tre carri, disponendo di una frenatura del tutto insufficiente su una pendenza del 35‰, aveva progressivamente preso velocità lungo la tortuosa discesa, riuscendo ad arrivare fino a Genova Pontedecimo, a una velocità superiore a 140 km/h, prima di sviare con una parte dei carri in un tratto dove la velocità massima era di soli 75 km/h. La locomotiva invece non era sviata, proseguendo indenne la corsa ancora per qualche chilometro.

Le modalità che hanno caratterizzato la corsa del treno prima dello svio, confermano le precedenti considerazioni teoriche. I carri merci presentano infatti un baricentro decisamente più alto rispetto ai rotabili viaggiatori, soprattutto se a pieno carico, e sono progettati per un esercizio a velocità inferiori. Al crescere della velocità oltre al valore ammesso sono quindi soggetti a sempre più accentuate perturbazioni oscillatorie, tali da diventare l'elemento determinante per lo svio. È significativo il fatto che la locomotiva, di vecchio tipo (E636), fosse invece riuscita a proseguire la corsa indenne.

2.6 Analisi dei calcoli di verifica cinematica

Per illustrare il procedimento di verifica adottato sull'intero tracciato oggetto di analisi, viene fatto riferimento al caso specifico della curva 14 binario pari, ubicata in corrispondenza al viadotto Alpone (cfr. fig. 3 e fig. 4), tratto di linea per il quale, insieme a quello in corrispondenza del viadotto San Bonifacio, è sviluppato il focus di verifica.

In fig. 3, nella finestra di sinistra è stato calcolato il valore consigliato per la sopraelevazione trasversale: non è un risultato vincolante, essendo finalizzato in fase di progettazione a ottimizzare le caratteristiche geometriche di tratte omotachiche: non è correlato quindi alla sicurezza, ed è da ritenersi un dato superfluo in fase di verifica. In questo caso il progettista ha optato per un valore leggermente inferiore a quello suggerito, al fine di evitare un inutile eccesso di sopraelevazione.

Nella finestra di destra è invece stato inserito manualmente il valore della sopraelevazione trasversale adottato in progetto, ricavando così automaticamente il valore della corrispondente insufficienza di sopraelevazione, come si nota dal dettaglio più in basso.

L'impostazione della formula utilizzata per il calcolo è evidenziata dal ritaglio inferiore.

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA		CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE	
Parametri tratta omotachica V = 250 km/h			
V = 250 Km/h	R _{min} = 3400 m	d = 12 cm	Valore di progetto inserito manualmente
R = 3400 m	D _{max} = 137,87 mm	V = 250 Km/h	
d = 137,87 mm	d _{v>150} = 137,87 mm	R = 3.400,0 m	
d = 14,0 cm	d _{v>150} = 14,0 cm	I = 96,88 mm	
	In progetto 12 cm		

⁸ In quel tratto di linea non era ancora attivo né l'ERTMS né altro analogo sistema di controllo della velocità. Un evento del genere non potrebbe quindi mai verificarsi su una linea italiana, non solo AV, essendo tutte attrezzate con ERTMS, SCMT o SSC.

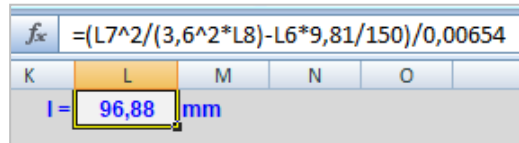


Fig. 3 – Calcolo automatico dell’insufficienza di sopraelevazione relativa alla curva 14

Disponendo così del valore dell’insufficienza di sopraelevazione unitamente ai parametri di progetto, è stata determinata la lunghezza minima ammessa per le due curve di transizione e per le corrispondenti rampe di raccordo altimetrico della sopraelevazione, nel rispetto delle due condizioni fondamentali e di una terza raccomandata, ma solo parzialmente vincolante:

- valore limite del rapporto di variazione dell’insufficienza di sopraelevazione (di/dt)
- valore limite del rapporto di variazione della sopraelevazione (dd/dt)
- massima pendenza della rampa di raccordo altimetrico (condizione raccomandata⁹ ma non vincolante, comunque rispettata dal progetto). Della pendenza, a prescindere dalla velocità, deve essere sempre rispettato il valore limite del 2,25‰, e solo in casi del tutto particolari il suo valore eccezionale (2,5‰).

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO
 La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto di/dt massimo $l = 96,88$ mm $V = 250$ Km/h $di/dt \leq 50$ mm/sec $L_{ctr} \geq 134,555$ m	Rispetto dd/dt massimo $d = 12$ cm $V_T = 250$ Km/h $dd/dt \leq 50$ mm/sec $L_{ctr} \geq 166,667$ m	Rispetto pendenza normale rampa $d = 12$ cm $p \leq 1$ ‰ Valore normale $L_{ctr} \geq 120,000$ m Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25‰ (mai quello eccezionale 2,5‰)
--	---	---

Condizione più restrittiva: $L_{ctr} \geq 166,667$ m
 Condizione soddisfatta - In progetto 185 m

Font: $f_x = F16 * F15 / (F17 * 3,6)$
 $V = 250$ Km/h
 $di/dt \leq 50$ mm/sec
 $L_{ctr} \geq 134,555$ m

$f_x = 25 * G16 * G15 / (9 * G17)$
 Rispetto dd/dt massimo
 $d = 12$ cm
 $V_T = 250$ Km/h
 $dd/dt \leq 50$ mm/sec
 $L_{ctr} \geq 166,667$ m

$f_x = \text{MAX}(F19; J19; P19)$
Condizione più restrittiva: $L_{ctr} \geq 166,667$ m
 Condizione soddisfatta - In progetto 185 m

Figura 4 – Calcolo automatico della lunghezza minima delle curve di transizione relative alla curva 14

In fig. 4 sono evidenziati i dettagli delle formule utilizzate e la finestra di selezione automatica del valore più restrittivo ottenuto.

Dopo aver determinato la lunghezza minima della curva di transizione e averla confrontata visivamente con quella prevista dal progetto, sono stati calcolati per totale garanzia i corrispondenti valori effettivi di di/dt e di dd/dt , confrontandone a vista la conformità ai valori limite imposti (fig. 5) dal *Manuale di Progettazione d’Armamento*. Per

⁹ Per curve di raggio non grande, con accentuata sopraelevazione trasversale e velocità non particolarmente elevate, risulta più restrittiva la condizione imposta dal valore massimo a scalini di pendenza della rampa in funzione di intervalli di velocità predefiniti. Nei progetti per conto di RFI è consuetudine rispettarla, pur essendo una condizione del tutto superflua tra l’altro soltanto raccomandata. Si tratta di un’eredità delle prassi del passato, finalizzata a facilitare il calcolo della pendenza della rampa, ma priva di significato agli effetti del comfort e della sicurezza. Il valore massimo della pendenza della rampa in funzione della velocità è infatti già intrinseco nel parametro dd/dt , che ne consente una variazione lineare anziché a scalini ($p‰ = 3,6 * 54 / V$ per velocità fino a 200 km/h, e $p‰ = 3,6 * 50 / V$ per velocità superiori a 200 km/h). Non devono però mai essere superati i valori massimi (limite pari 2,25‰, eccezionale pari a 2,50‰) a prescindere dalla velocità, affinché vi sia un adeguato margine di sicurezza rispetto allo sghembo massimo ammesso.

comodità nell'esecuzione dei raffronti, nel foglio di calcolo sulla destra in corrispondenza a ciascuna finestra di verifica sono stati riportati i valori limite ed eccezionali dei parametri cinematici previsti dal suddetto manuale.

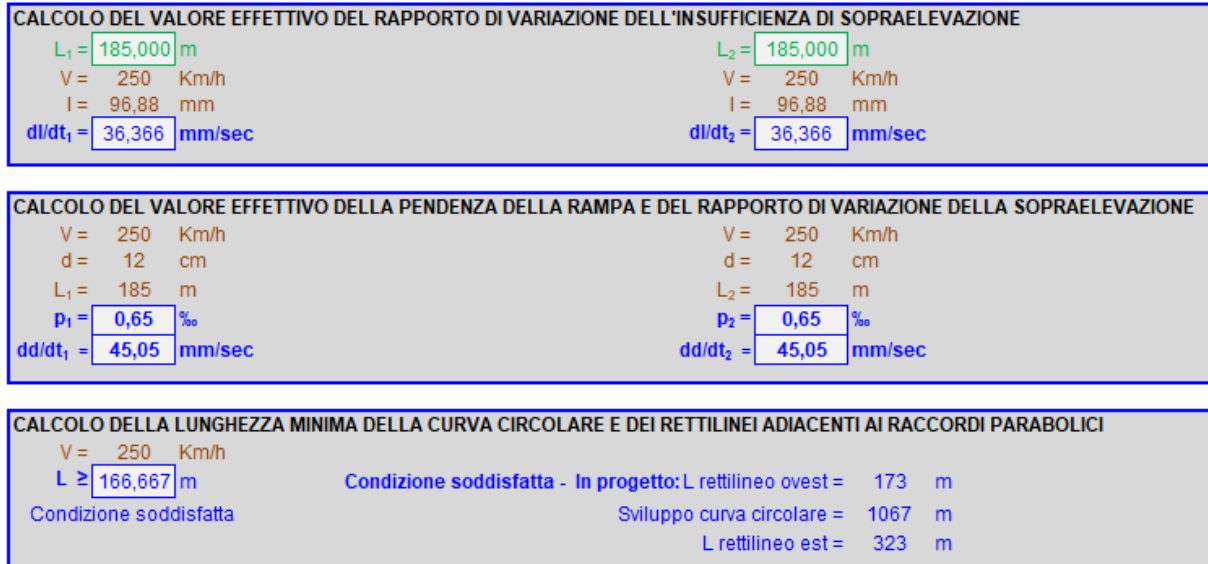


Figura 5 – Calcolo automatico dei valori effettivi dei parametri cinematici relativi alla curva 14

Nella seconda finestra di fig. 5 è stata calcolata la pendenza effettiva di entrambe le rampe, per disporre di una formale conferma che lo sghembo di costruzione in corrispondenza alle rampe stesse non superi il valore limite (2,25‰) e tanto meno quello eccezionale (2,50‰). I valori raccomandati della pendenza (variazione a scalini in funzione di intervalli di velocità), comunque rispettati dal progetto, sono invece da ritenere del tutto privi di significato agli effetti della sicurezza e del comfort dei viaggiatori, come spiegato nella nota 6. Nello stesso foglio di calcolo (cfr. finestre di fig. 6 e 7) sono state anche calcolate le potenziali¹⁰ velocità di rango, a dimostrazione che, in conformità a quanto previsto dalla normativa d'esercizio, questa linea consente di modulare le velocità dei treni nel modo più appropriato alle loro caratteristiche.

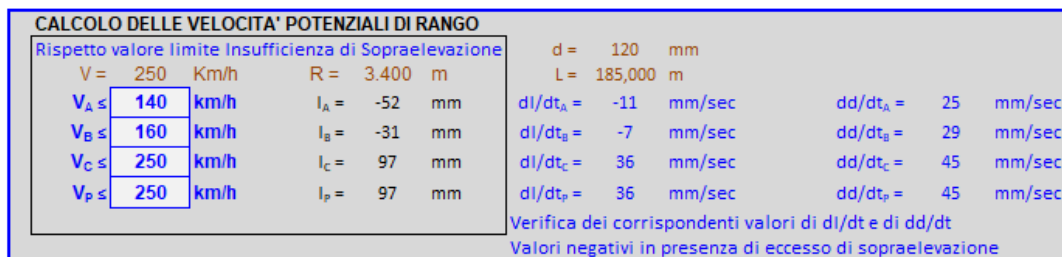


Figura 6 – Determinazione delle velocità potenziali di rango sulla curva 14

¹⁰ Si evidenzia che le velocità di rango vengono definite "potenziali" dal Manuale di Progettazione in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omtachiche (2.000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h).

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
$I_a \leq$	92 mm	d/dt_a	38 mm/sec	dd/dt_a	54 mm/sec
$I_b \leq$	122 mm	d/dt_b	54 mm/sec	dd/dt_b	57 mm/sec
$I_c \leq$	153 mm	d/dt_c	61 mm	dd/dt_c	60 mm
$I_p \leq$	275 mm	d/dt_p	150 mm	dd/dt_p	75 mm

Figura 7 – Valori limite dei parametri cinematici distinti per rango di velocità

In perfetta analogia alla metodologia sopra esposta, sono stati verificati tutti gli elementi geometrici del tracciato.

2.7 Verifica di compatibilità planoaltimetrica

Le verifiche che seguono presentano una minor rilevanza agli effetti del rischio svio rispetto alle precedenti verifiche cinematiche, riguardando requisiti finalizzati soprattutto a garantire un miglior comfort per i viaggiatori.

Il soddisfacimento di tali requisiti consente comunque di migliorare la stabilità di marcia del veicolo e, in ultima analisi, facendo riferimento alle già trattate condizioni limite allo svio, ad aumentare ulteriormente il livello di sicurezza.

Assumendo come riferimento i cinque livelli di velocità che caratterizzano in successione il progetto a partire da Verona Porta Vescovo, è stato calcolato il valore limite suggerito per i raggi delle curve di raccordo altimetrico, lo sviluppo minimo ammesso per tali curve e verificata visivamente la loro collocazione, che deve risultare completamente esterna alle curve di transizione planimetrica (cfr. finestra di fig. 8).

Raggio della curva verticale di raccordo altimetrico in funzione della velocità		
LINEE (Velocità)	$V \leq 200$ km/h	$200 < V \leq 300$ km/h
Valori limite suggeriti (m)	$0,35 V_{max}^2$	$0,35 V_{max}^2$
Valori limite minimi (m)	$0,25 V_{max}^2$ (b)	$0,175 V_{ma}^2$ (a)
(a) con una tolleranza di +10% sui raccordi convessi e di +30% su quelli concavi		
(b) senza scendere sotto 2000 m		

Raggio della curva verticale di raccordo altimetrico in funzione dei livelli di velocità presenti in progetto		
	Valori limite suggeriti per R	Valori limite minimi per R
$V_1 = 115$ km/h	$R_1 = 4628,75$ m	$R_1 = 3306,25$ m
$V_2 = 130$ km/h	$R_2 = 5915,00$ m	$R_2 = 4225,00$ m
$V_3 = 160$ km/h	$R_3 = 8960,00$ m	$R_3 = 6400,00$ m
$V_4 = 210$ km/h	$R_4 = 15435,00$ m	$R_4 = 7717,50$ m
$V_5 = 250$ km/h	$R_5 = 21875,00$ m	$R_5 = 10937,50$ m

Livellette contigue - Lo sviluppo della curva di raccordo altimetrico deve possibilmente essere non inferiore a 20 m se:

- $|p_2| - |p_1| > 2 \text{ ‰}$ per $V \leq 200$ km/h
- $|p_2| - |p_1| > 1 \text{ ‰}$ per $V > 200$ km/h

Le curve di raccordo altimetrico devono essere completamente esterne alle curve di transizione planimetriche

Figura 8 – Valori limite dei raggi delle curve di raccordo altimetrico in funzione dei livelli di velocità di progetto
Evidenziati in giallo i valori che riguardano le tratte ove sono ubicati i viadotti Alpone e San Bonifacio

Sono state inoltre calcolate le lunghezze minime ammesse per le singole livellette al netto dei raccordi altimetrici (cfr. finestra di fig. 9).

Tutte le verifiche eseguite hanno fornito esito positivo, sia sulla linea AV, sia sulle varianti della linea storica.

Lunghezze minime delle singole livellette al netto dei raccordi altimetrici in funzione della velocità	
Valore limite (m)	Valore eccez. (m)
Vmax / 1,8	30

Lunghezze minime delle singole livellette al netto dei raccordi altimetrici in funzione dei livelli di velocità presenti in progetto	
V ₁ = 115 km/h	L ₁ = 38,33 m
V ₂ = 130 km/h	L ₂ = 43,33 m
V ₃ = 160 km/h	L ₃ = 53,33 m
V ₄ = 210 km/h	L ₄ = 70,00 m
V ₅ = 250 km/h	L ₅ = 83,33 m

Nel caso in esame (traffico misto) le livellette devono avere una pendenza non superiore al 12 ‰
(p.m. 1,2 ‰ in presenza di stazioni e impianti, 10 ‰ in presenza di fermate)

Figura 9 – Lunghezze minime delle livellette al netto dei raccordi altimetrici in funzione dei livelli di velocità di progetto

2.8 Sintesi delle verifiche geometriche e cinematiche

Scope of work	Analisi del tracciato
<p>ANALISI DEL CONTESTO TERRITORIALE E DEI VINCOLI SUL QUALE SI SNODA IL TRACCIATO</p> <p>Tale analisi è mirata alla verifica dell’impatto dei vincoli dettati dalle norme tecniche e interferenza con le fasce di rispetto.</p>	<p>Il tracciato è adeguatamente materializzato nel rispetto dei vincoli urbanistici e territoriali preesistenti e in conformità del Manuale di Progettazione, pag. 5 Capitolo I.2, quarto punto “la conformità alle norme ambientali e urbanistiche in modo che il progetto possa essere approvato dai soggetti preposti”.</p>
<p>VERIFICA DEI CRITERI E DEI PARAMETRI DI PROGETTO</p> <p>a) Verifica dell’adeguatezza dei riferimenti tecnici e normativi (RFI, ANSF, ecc.)</p>	<p>I riferimenti tecnici e normativi risultano esaurienti e adeguati a garantire i più elevati livelli di sicurezza. La normativa RFI, e in particolare il <i>Manuale di Progettazione d’Armamento</i>, prescrivono standard più restrittivi rispetto alla corrispondente normativa europea.</p>
<p>VERIFICA DEI CRITERI E DEI PARAMETRI DI PROGETTO</p> <p>b) Analisi della scelta dei parametri geometrici e cinematici in base ai vincoli esistenti (grado di urbanizzazione del territorio, tipologia di rotabili previsti in esercizio, velocità di progetto, operabilità ferroviaria).</p>	<p>I parametri geometrici e cinematici di tracciamento adottati in progetto sono stati scelti coerentemente ai vincoli prescritti dalla normativa RFI, soddisfano i requisiti di interoperabilità e le esigenze delle possibili differenti utilizzazioni della linea, consentendo una modulazione delle velocità massime in funzione delle caratteristiche dei rotabili messi in circolazione (ranghi di velocità).</p> <p>I valori limite previsti dalla normativa RFI per i suddetti parametri garantiscono la sicurezza della circolazione nei confronti dei viaggiatori e del personale di bordo, e di conseguenza anche quella degli insediamenti posti nelle immediate vicinanze.</p> <p>Non è pertanto prevista l’adozione di parametri più restrittivi in relazione al diverso grado di urbanizzazione del territorio</p>
<p>ALLINEAMENTO ORIZZONTALE</p> <p>a) Curve planimetriche di transizione – verifica del loro valore massimo in base alle condizioni limite di tracciato (limite di variazione della insufficienza della sopraelevazione in funzione del tempo, limite di variazione della sopraelevazione in funzione del tempo, limite del valore di sopraelevazione), verifica degli sghembi</p> <p>b) Lunghezza minima dei rettilinei per attenuare gli effetti delle variazioni sul movimento del materiale rotabile.</p>	<p>Mediante l’utilizzo delle formule standard inserite nei fogli di calcolo allegati e ripetutamente testate, è stata verificata la corretta lunghezza di tutte le curve di transizione e delle corrispondenti rampe di raccordo altimetrico, ai fini del rispetto dei valori limite dei parametri cinematici.</p> <p>A controprova, negli stessi fogli di calcolo sono stati ricalcolati i parametri cinematici di ciascuna curva, verificandone la compatibilità con i valori limite ammessi dalla normativa.</p> <p>Poiché le pendenze delle rampe di raccordo altimetrico sono</p>

Scope of work	Analisi del tracciato
	<p>risultate tutte inferiori ai valori limite variabili a scalini in funzione di corrispondenti intervalli di velocità, risulta ampiamente rispettato anche il valore massimo ammesso per lo sghebo di costruzione.</p> <p>Negli stessi fogli di calcolo è stato inoltre verificato il rispetto della lunghezza minima prevista in funzione della velocità per curve circolari e rettilinei, al fine di eliminare ogni rischio di amplificazione della perturbazione oscillatoria dei veicoli nel caso di una successione troppo ravvicinata di curve e rettilinei.</p>
<p>ALLINEAMENTO VERTICALE</p> <p>Tale analisi prevede la verifica delle pendenze minime e massime e raggi dei raccordi altimetrici in base ai parametri di comfort (contraccollo e velocità di rollo o di sollevamento)</p> <p>a) Coordinamento plano-altimetrico, verifica delle combinazioni curva verticale-curva orizzontale e della pendenza compensata, raccordi parabolici</p>	<p>In corrispondenza delle curve di transizione planimetriche correttamente non sono presenti cambi di livelletta. Le curve verticali di raccordo altimetrico sono interamente contenute nei rettilinei o nelle curve circolari.</p> <p>Non vi sono problemi di compensazione delle pendenze. Tutte le livellette critiche (12‰) contengono soltanto curve planimetriche di raggio superiore a 1.000 m, per le quali non è richiesta la compensazione.</p>
<p>ALLINEAMENTO VERTICALE</p> <p>b) Propagazione degli errori indotti dalle formule approssimate del software di calcolo adottato per il tracciamento e modalità di compensazione.</p>	<p>Le approssimazioni di calcolo e i correttivi apportati dai software di progettazione del tracciato riguardano esclusivamente le ordinate delle curve di transizione, e sono assolutamente irrilevanti in relazione alle finalità del progetto.</p> <p>I rimanenti parametri geometrici sono rigorosamente determinati, in particolare risultano definite in modo inequivocabile e georeferenziate le coordinate dei vertici delle poligonali d'asse e dei centri delle curve circolari concentriche, sia primitive che derivate.</p> <p>Non si pone quindi il problema di propagazione dell'errore indotto, e di conseguenza nemmeno la necessità di una sua compensazione.</p>
<p>ANALISI DI SENSITIVITÀ</p> <p>Tale analisi prevede verifica della sicurezza del tracciato a fronte della graduale variazione dei parametri geometrici.</p>	<p>Il sistematico rispetto dei valori limite dei parametri geometrici e cinematici previsti dal Manuale di Progettazione RFI e la differente ripartizione dei treni nei quattro ranghi di velocità in funzione delle loro caratteristiche di aggressività sul binario garantiscono che le sollecitazioni prodotte non solo da una circolazione in alta velocità, ma anche da una possibile eterogeneità d'esercizio, determinino in modo molto graduale lo scadimento delle caratteristiche geometriche del tracciato, senza alterarne in alcun modo i requisiti di sicurezza.</p> <p>Ciò è anche assicurato dalla pluridecennale esperienza maturata da RFI sulla linea DD Firenze - Roma, che presenta caratteristiche molto simili a quelle della nuova linea Verona - Vicenza, sia sotto l'aspetto progettuale, sia dell'esercizio.</p> <p>Nei primi periodi di pre-esercizio, tuttavia, allo scopo di evitare possibili repentini scadimenti delle caratteristiche geometriche del binario a causa di un inadeguato consolidamento della massicciata, si dovrà procedere nello scrupoloso rispetto degli accorgimenti previsti dall'Istruzione Tecnica RFI_TCAR_IT_AR_01_011_A.</p>
<p>ANALISI DELL'IMPATTO DI POSSIBILI CONDIZIONI ANOMALE DI</p>	<p>Condizioni anomale d'esercizio hanno talora prodotto</p>

Scope of work	Analisi del tracciato
<p>ESERCIZIO</p> <p>Tale analisi prevede di verificare l'impatto di possibili condizioni anomale di esercizio che possano incrementare il rischio di svio e deragliamento: superamento di parametri limite, difetti di allineamento, comportamenti anomali in esercizio.</p>	<p>ripercussioni sulla sicurezza della circolazione, ma non risulta siano mai state conseguenza di una inadeguatezza dei valori limite previsti dalla normativa per i parametri geometrici e cinematici del binario.</p> <p>L'approfondimento di anomalie determinate da fattori estranei al progetto del tracciato, ma con ripercussioni non trascurabili sulle corrette condizioni dell'armamento nei riguardi della sicurezza, esula dalle specifiche verifiche di adeguatezza e conformità dei parametri geometrici e cinematici del progetto.</p> <p>Si ritiene comunque opportuno farne una rapida sintesi, si tratta essenzialmente di:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Slineamenti del binario dovuti a temperature eccezionalmente elevate; 2) Deterioramento dei giunti isolanti incollati utilizzati per delimitare i circuiti di binario di tipo tradizionale; 3) Errati cablaggi interni o errati allacciamenti dei dispositivi di manovra e controllo degli scambi. <p>Senza entrare nei dettagli di queste anomalie, si evidenzia che le loro conseguenze per la sicurezza possono essere prevenute o drasticamente limitate con l'adozione di idonei accorgimenti gestionali, tra cui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoraggio della temperatura delle rotaie mediante appositi Sistemi Diagnostici e prescrizione di riduzione della velocità nel caso di superamento della soglia critica; • Installazione dei <i>Dispositivi di Controllo Giunto Meccanico</i> in grado di rilevare precocemente il deterioramento meccanico di eventuali Giunti Isolanti Incollati (riferimento allo svio di Pioltello Limite). Nel caso della linea AV VR-VI i giunti isolanti incollati (GII) sono quasi totalmente sostituiti dai giunti elettrici che non interrompono la continuità della rotaia. I GII nel numero minimo indispensabile sono presenti soltanto in corrispondenza del Posto di Comunicazione di Montebello, limitatamente ai rami deviati delle due comunicazioni, e precisamente una coppia all'interno di ciascuno dei quattro scambi ed una coppia in posizione intermedia a ciascuna delle due serraglie, per un totale di 12 GII. I giunti isolanti incollati sono inoltre presenti alle due estremità della tratta AV, precisamente in corrispondenza dell'allacciamento alla stazione di Porta Vescovo lato ovest e in corrispondenza di bivio Vicenza lato est. • Con riferimento ai quattro scambi del Posto di Comunicazione di cui sopra, scrupolosa esecuzione delle prove di "concordanza" tra i comandi inviati, i controlli ricevuti e la posizione effettiva assunta dagli aghi dello scambio, da effettuarsi dopo la sostituzione di dispositivi di manovra o di interventi sui loro cablaggi esterni (v. Raccomandazione ANSF N° 006509/2013, con riferimento allo svio del regionale 2885, luglio 2012, presso il PM

Scope of work	Analisi del tracciato
	<p>Lavino, e Raccomandazione ANSF N° 0004013/2020 con riferimento allo svio del Freccia Rossa 9595, febbraio 2020, presso il PM Livraga).</p> <p>Il superamento dei valori limite dei parametri cinematici è teoricamente possibile, risultando essi funzione sia dei parametri geometrici, sia della effettiva velocità del singolo treno. Una simile evenienza è tuttavia di fatto impedita dalla presenza dell'ERTMS/ETCS (European Rail Traffic Management System/European Train Control System) che, in caso di superamento della velocità massima consentita, interviene dapprima con una semplice segnalazione al macchinista, ed in caso di mancata ottemperanza con la frenatura d'emergenza del treno.</p>
<p>IMPATTO MANUTENTIVO</p> <p>Tale analisi prevede la verifica che i parametri adottati necessitino di lavori di correzione posizionale del binario superiori alla media o che siano necessari maggiori oneri di controllo e cura del binario per garantire che scostamenti delle grandezze geometriche siano entro i limiti di tolleranza prefissata.</p>	<p>A integrazione di quanto riportato in merito all'analisi di sensitività, si evidenzia che l'analisi svolta sui parametri geometrici e cinematici adottati nel tracciamento, non ha assolutamente rivelato situazioni tali da esigere azioni manutentive o correttive.</p> <p>Allo scopo si conferma l'adeguatezza delle procedure standard di RFI, impostate su rigorose basi statistiche e sulla continua evoluzione tecnologica dei sistemi di monitoraggio del binario (treni diagnostici). Grazie a essi, al primo manifestarsi di anomalie geometriche anche lievi è possibile intervenire in modo puntuale e tempestivo.</p> <p>Si precisa che nel progetto non si è mai fatto ricorso ai valori eccezionali dei parametri cinematici, che pur non avendo ripercussioni sulla sicurezza, avrebbero comportato invece un sensibile aumento delle sollecitazioni al binario, con un più rapido scadimento delle caratteristiche geometriche ed una necessità di più frequenti interventi manutentivi.</p> <p>Come ulteriore conferma della scarsa aggressività sul binario, si evidenzia che la velocità massima di 250 km/h costituisce un vincolo imposto dal contesto ambientale e dal sistema di trazione elettrica adottato (3kv corrente continua anziché 25 kv corrente alternata, tipico delle linee AV).</p> <p>I parametri geometrici ai quali il tracciamento si è uniformato, avrebbero invece consentito ai treni AV (rango C) di raggiungere velocità sensibilmente più elevate nei tratti ove il limite è 250 km/h.</p>
<p>ULTERIORI ANALISI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifica delle condizioni limite e loro compatibilità con gli standard di comfort e di sicurezza in esercizio. • Verifiche di intervista (bordi interni) e interasse e dei relativi franchi di sicurezza fra le sagome dei treni incrocianti. • Eventuali adattamenti nelle zone di affiancamento alla linea storica. 	<p>Il primo punto richiede una valutazione complessa, riguardante non soltanto le scelte progettuali, già più volte considerate con esito totalmente positivo nei precedenti paragrafi in base alle rigorose verifiche effettuate nei fogli di calcolo allegati, ma anche l'adeguatezza dei vincoli imposti dalla normativa RFI. L'argomento è stato quindi sviluppato nell'apposita relazione.</p> <p>Non si ravvisano condizioni di rischio inerenti ai franchi di sicurezza e alle verifiche di sagoma: si rimanda comunque a idonea analisi a cura di operatore certificato ISA, da eseguirsi per il rilascio delle autorizzazioni alla messa in servizio.</p>

Scope of work	Analisi del tracciato
	Non vi sono criticità relative alla compresenza di linea storica e tracciato di progetto.

3. Conclusioni

Per la linea AV/AC Verona – Padova, 1° Lotto Funzionale Verona – Bivio Vicenza è stata condotta una valutazione delle condizioni geometriche del tracciato, al fine di verificarne i parametri che ne condizionano il rischio di deragliamento del treno lungo la tratta.

L'analisi dei parametri geometrici e cinematici è stata condotta secondo consolidati criteri di calcolo e sulla base di riferimenti in uso presso RFI: i parametri di base a disposizione unitamente agli elaborati grafici sono risultati esaurienti e hanno consentito di eseguire le necessarie verifiche.

Tutte le verifiche di tracciato hanno dato esito positivo rispetto ai requisiti di sicurezza nei confronti dello svio lungo l'intero tracciato oggetto di analisi, in particolare in corrispondenza delle porzioni di linea a cavallo dei viadotti "dell'Alpone", ubicato tra la pk 20+219,51 e la pk 21+991,51 e "San Bonifacio", ubicato tra la pk 24+874,84 e la pk 25+314,84.

In allegato sono riportate sistematicamente le verifiche planimetriche e di coordinamento altimetrico condotte sul tracciato.

4. Allegato – tabulati di verifica

4.1 Linea AV

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 1 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

<p>CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA</p> <p>V = 115 Km/h R = 659 m d = 150,51 mm d = 15,0 cm</p>	<p>CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</p> <p>d = 15,0 cm V = 115 Km/h R = 659,0 m I = 86,77 mm</p>	<p>VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro</p> <p>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Linee V ≤ 200 km/h</th> <th>Linee 200 < V ≤ 250 km/h</th> <th>Linee 250 < V ≤ 300 km/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valore limite: 80 mm</td> <td>Valore eccezionale: 100 mm</td> <td>Valore limite: 80 mm</td> </tr> <tr> <td>Valore eccezionale: 100 mm</td> <td>Valore limite: 150 mm</td> <td>Valore eccezionale: 130 mm</td> </tr> <tr> <td>a_{ce} ≤ 0,6 m/sec²</td> <td>a_{ce} ≤ 0,65 m/sec²</td> <td>a_{ce} ≤ 0,52 m/sec²</td> </tr> </tbody> </table>	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h	Linee 250 < V ≤ 300 km/h	Valore limite: 80 mm	Valore eccezionale: 100 mm	Valore limite: 80 mm	Valore eccezionale: 100 mm	Valore limite: 150 mm	Valore eccezionale: 130 mm	a _{ce} ≤ 0,6 m/sec ²	a _{ce} ≤ 0,65 m/sec ²	a _{ce} ≤ 0,52 m/sec ²																																																						
Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h	Linee 250 < V ≤ 300 km/h																																																																		
Valore limite: 80 mm	Valore eccezionale: 100 mm	Valore limite: 80 mm																																																																		
Valore eccezionale: 100 mm	Valore limite: 150 mm	Valore eccezionale: 130 mm																																																																		
a _{ce} ≤ 0,6 m/sec ²	a _{ce} ≤ 0,65 m/sec ²	a _{ce} ≤ 0,52 m/sec ²																																																																		
<p>CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:</p> <p>Rispetto d/dt massimo I = 86,77 mm d = 15 cm V = 115 Km/h V₀ = 115 Km/h d/dt ≤ 38 mm/sec d/dt ≤ 54 mm/sec</p> <p>L_{tr} = 72,943 m L_{tr} = 88,735 m</p> <p>Condizione più restrittiva: L_{tr} = 88,735 m Condizione soddisfatta - In progetto 110 m</p>	<p>Rispetto pendenza normale rampa d = 15 cm p ≤ 2,25 ‰ Valore limite raccomandato L_{tr} = 66,667 m</p> <p>Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25‰ (mai quello eccezionale 2,5‰)</p>	<p>PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V ≤ 25 km/h</th> <th>V ≤ 100 km/h</th> <th>V > 100 km/h</th> <th>Valore limite</th> <th>Valore eccezionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 2‰</td> <td>≤ 1,5 ‰</td> <td>≤ 1 ‰</td> <td>2,25 ‰</td> <td>2,50 ‰</td> </tr> </tbody> </table> <p>Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti</p>	V ≤ 25 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale	≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,50 ‰																																																								
V ≤ 25 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale																																																																
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,50 ‰																																																																
<p>CALCOLO DELL'ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE</p> <p>V_{max} = 80 Km/h R = 659,0 m d = 15,0 cm E = 25,40 mm</p>		<p>ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipologia treno</th> <th>Valore limite (mm)</th> <th>Valore eccezionale (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Treni merci</td> <td>110</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>Treni passeggeri</td> <td>130</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table>	Tipologia treno	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)	Treni merci	110	130	Treni passeggeri	130	150																																																									
Tipologia treno	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)																																																																		
Treni merci	110	130																																																																		
Treni passeggeri	130	150																																																																		
<p>CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</p> <p>L = 110,000 m V = 115 Km/h I = 86,77 mm d/dt = 25,198 mm/sec</p>	<p>L = 110,000 m V = 115 Km/h I = 86,77 mm d/dt = 25,198 mm/sec</p>	<p>RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOPIO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Linee V ≤ 200 km/h</th> <th>Linee 200 < V ≤ 300 km/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valore limite: 58 mm/sec</td> <td>Valore eccezionale: 60 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>Valore eccezionale: 60 mm/sec</td> <td>Valore limite: 50 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>cc ≤ 0,25 m/sec²</td> <td>cc ≤ 0,60 m/sec²</td> </tr> </tbody> </table>	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	Valore limite: 58 mm/sec	Valore eccezionale: 60 mm/sec	Valore eccezionale: 60 mm/sec	Valore limite: 50 mm/sec	cc ≤ 0,25 m/sec ²	cc ≤ 0,60 m/sec ²																																																										
Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h																																																																			
Valore limite: 58 mm/sec	Valore eccezionale: 60 mm/sec																																																																			
Valore eccezionale: 60 mm/sec	Valore limite: 50 mm/sec																																																																			
cc ≤ 0,25 m/sec ²	cc ≤ 0,60 m/sec ²																																																																			
<p>CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE</p> <p>V = 115 Km/h d = 15 cm L_r = 110 m p_r = 1,36 ‰ d/dt_r = 43,56 mm/sec</p>	<p>V = 115 Km/h d = 15 cm L_r = 110 m p_r = 1,36 ‰ d/dt_r = 43,56 mm/sec</p>	<p>RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Linee V ≤ 200 km/h</th> <th>Linee 200 < V ≤ 300 km/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valore limite: 54 mm/sec</td> <td>Valore eccezionale: 60 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>Valore eccezionale: 60 mm/sec</td> <td>Valore limite: 50 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>cc ≤ 0,08 rad/sec</td> <td>cc ≤ 0,040 rad/sec</td> </tr> </tbody> </table> <p>PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V ≤ 75 km/h</th> <th>V ≤ 100 km/h</th> <th>V > 100 km/h</th> <th>Valore limite</th> <th>Valore eccezionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 2‰</td> <td>≤ 1,5 ‰</td> <td>≤ 1 ‰</td> <td>2,25 ‰</td> <td>2,50 ‰</td> </tr> </tbody> </table>	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	Valore limite: 54 mm/sec	Valore eccezionale: 60 mm/sec	Valore eccezionale: 60 mm/sec	Valore limite: 50 mm/sec	cc ≤ 0,08 rad/sec	cc ≤ 0,040 rad/sec	V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale	≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,50 ‰																																																
Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h																																																																			
Valore limite: 54 mm/sec	Valore eccezionale: 60 mm/sec																																																																			
Valore eccezionale: 60 mm/sec	Valore limite: 50 mm/sec																																																																			
cc ≤ 0,08 rad/sec	cc ≤ 0,040 rad/sec																																																																			
V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale																																																																
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,50 ‰																																																																
<p>CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI</p> <p>V = 115 Km/h L = 38,333 m</p> <p>Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 114 m Sviluppo curva circolare = 228 m L rettilineo est = 404 m</p>		<p>LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V ≤ 200 km/h</th> <th>200 < V ≤ 300 km/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valore limite: 100 m</td> <td>Valore limite: 100 m</td> </tr> <tr> <td>Valore eccezionale: 100 m</td> <td>Valore eccezionale: 100 m</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTA (*) L sempre ≥ 30 m</p>	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h	Valore limite: 100 m	Valore limite: 100 m	Valore eccezionale: 100 m	Valore eccezionale: 100 m																																																												
V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h																																																																			
Valore limite: 100 m	Valore limite: 100 m																																																																			
Valore eccezionale: 100 m	Valore eccezionale: 100 m																																																																			
<p>CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA</p> <p>L_r = 110 m R = 659,0 m m_r = 0,765 m In progetto 0,765 m</p>	<p>L_r = 110 m R = 659,0 m m_r = 0,765 m In progetto 0,765 m</p>																																																																			
<p>CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO</p> <p>Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione L = 110,000 m</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>R</th> <th>d</th> <th>I</th> <th>d/dt</th> <th>d₀/dt₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>115 Km/h</td> <td>659 m</td> <td>150 mm</td> <td>86,77 mm</td> <td>25 mm/sec</td> <td>44 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>120 Km/h</td> <td>659 m</td> <td>150 mm</td> <td>86,77 mm</td> <td>33 mm/sec</td> <td>45 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>130 Km/h</td> <td>659 m</td> <td>150 mm</td> <td>86,77 mm</td> <td>50 mm/sec</td> <td>49 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>150 Km/h</td> <td>659 m</td> <td>150 mm</td> <td>86,77 mm</td> <td>96 mm/sec</td> <td>57 mm/sec</td> </tr> </tbody> </table> <p>Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d₀/dt Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione</p>	V	R	d	I	d/dt	d ₀ /dt ₀	115 Km/h	659 m	150 mm	86,77 mm	25 mm/sec	44 mm/sec	120 Km/h	659 m	150 mm	86,77 mm	33 mm/sec	45 mm/sec	130 Km/h	659 m	150 mm	86,77 mm	50 mm/sec	49 mm/sec	150 Km/h	659 m	150 mm	86,77 mm	96 mm/sec	57 mm/sec		<p>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>I₀ ≤</th> <th>Valore limite</th> <th>Valore eccezionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>87 mm</td> <td>87 mm</td> <td>100 mm</td> </tr> <tr> <td>132 mm</td> <td>132 mm</td> <td>150 mm</td> </tr> <tr> <td>275 mm</td> <td>275 mm</td> <td>300 mm</td> </tr> </tbody> </table> <p>RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>d/dt₀</th> <th>Valore limite</th> <th>Valore eccezionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>58 mm/sec</td> <td>58 mm/sec</td> <td>60 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>60 mm/sec</td> <td>60 mm/sec</td> <td>60 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>60 mm/sec</td> <td>60 mm/sec</td> <td>60 mm/sec</td> </tr> </tbody> </table> <p>RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>dd/dt₀</th> <th>Valore limite</th> <th>Valore eccezionale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>34 mm/sec</td> <td>34 mm/sec</td> <td>34 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>34 mm/sec</td> <td>34 mm/sec</td> <td>34 mm/sec</td> </tr> <tr> <td>34 mm/sec</td> <td>34 mm/sec</td> <td>34 mm/sec</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)</p>	I ₀ ≤	Valore limite	Valore eccezionale	87 mm	87 mm	100 mm	132 mm	132 mm	150 mm	275 mm	275 mm	300 mm	d/dt ₀	Valore limite	Valore eccezionale	58 mm/sec	58 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec	dd/dt ₀	Valore limite	Valore eccezionale	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec
V	R	d	I	d/dt	d ₀ /dt ₀																																																															
115 Km/h	659 m	150 mm	86,77 mm	25 mm/sec	44 mm/sec																																																															
120 Km/h	659 m	150 mm	86,77 mm	33 mm/sec	45 mm/sec																																																															
130 Km/h	659 m	150 mm	86,77 mm	50 mm/sec	49 mm/sec																																																															
150 Km/h	659 m	150 mm	86,77 mm	96 mm/sec	57 mm/sec																																																															
I ₀ ≤	Valore limite	Valore eccezionale																																																																		
87 mm	87 mm	100 mm																																																																		
132 mm	132 mm	150 mm																																																																		
275 mm	275 mm	300 mm																																																																		
d/dt ₀	Valore limite	Valore eccezionale																																																																		
58 mm/sec	58 mm/sec	60 mm/sec																																																																		
60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec																																																																		
60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec																																																																		
dd/dt ₀	Valore limite	Valore eccezionale																																																																		
34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec																																																																		
34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec																																																																		
34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec																																																																		
<p>CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO</p> <p>V = 115 km/h R_l = 4628,73 m R_l = 2314,38 m</p> <p>Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare è presente una curva di raccordo altimetrico di raggio 15000 m che non interessa le due dotate</p>		<p>RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LINEE (Velocità)</th> <th>V ≤ 200 km/h</th> <th>200 < V ≤ 300 km/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valori limite suggeriti (m)</td> <td>0,35 V²_{max}</td> <td>0,35 V²_{max}</td> </tr> <tr> <td>Valori limite minimi (m)</td> <td>0,25 V²_{max}</td> <td>0,175 V²_{max}</td> </tr> </tbody> </table> <p>(a) con una tolleranza di ± 10 % sui raccordi convessi e di ± 30 % su quelli concavi (b) senza scendere sotto 2000 m</p>	LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h	Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,35 V ² _{max}	Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}																																																									
LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h																																																																		
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,35 V ² _{max}																																																																		
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}																																																																		
<p>CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA La pendenza addizionale di 1,20 sommata alla pendenza massima effettiva del 1 ‰ presente sulla curva determina una pendenza compensata del 2,1 ‰ E' rispettato il valore massimo del 12 ‰ previsto per linee a traffico misto</p>		<p>TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>R (m)</th> <th>1000</th> <th>900</th> <th>800</th> <th>700</th> <th>600</th> <th>500</th> <th>400</th> <th>300</th> <th>250</th> <th>200</th> <th>180</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P₀ (‰)</td> <td>0,50</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>1,20</td> <td>1,50</td> <td>1,70</td> <td>2,00</td> <td>2,40</td> <td>2,80</td> <td>3,40</td> </tr> </tbody> </table>	R (m)	1000	900	800	700	600	500	400	300	250	200	180	P ₀ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40																																										
R (m)	1000	900	800	700	600	500	400	300	250	200	180																																																									
P ₀ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40																																																									

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 2 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 130 Km/h
R = 1020,95 m
d = 124,15 mm
d = 12,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 12,0 cm
V = 130 Km/h
R = 1021,0 m
I = 75,30 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 75,30 mm, d = 12 cm, V = 130 Km/h, d/dt ≤ 38 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 75,30 mm, d = 12 cm, V = 130 Km/h, d/dt ≤ 54 mm/sec
L_{tot} = 71,556 m, L_{tot} ≥ 80,247 m
Condizione più restrittiva: L_{tot} = 120,000 m
Condizione soddisfatta - In progetto 130 m

Rispetto pendenza normale rampa: d = 12 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale L_{tot} = 120,000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25% (mai quello eccezionale 2,5%).

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{lim} = 80 Km/h
R = 1021,0 m
d = 12,0 cm
E = 46,02 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 130,000 m, L₂ = 130,000 m, V = 130 Km/h, I = 75,30 mm, d/dt₁ = 20,916 mm/sec, d/dt₂ = 20,916 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 130 Km/h, d = 12 cm, L₁ = 130 m, p₁ = 0,92 ‰, d/dt₁ = 33,33 mm/sec
V = 130 Km/h, d = 12 cm, L₂ = 130 m, p₂ = 0,92 ‰, d/dt₂ = 33,33 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 130 Km/h, L = 43,333 m, Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 404 m, Sviluppo curva circolare = 681 m, L rettilineo est = 0 m (Clotoidi contigue)

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 130 m, L₂ = 130 m, R = 1021,0 m, m₁ = 0,890 m, m₂ = 0,890 m, In progetto 0,69 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 130 Km/h, R = 1021 m, d = 120 mm, l₁ = 130,000 m, V₁ = 130 km/h, l₂ = 75 mm, d/dt₁ = 21 mm/sec, d/dt₂ = 33 mm/sec
V₂ = 140 km/h, l₃ = 307 mm, d/dt₃ = 32 mm/sec, d/dt₄ = 36 mm/sec
V₃ = 145 km/h, l₄ = 123 mm, d/dt₅ = 38 mm/sec, d/dt₆ = 37 mm/sec
V₄ = 170 km/h, l₅ = 214 mm, d/dt₇ = 78 mm/sec, d/dt₈ = 44 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 130 km/h, Valore limite suggerito R_s = 5915,00 m, Valore limite minimo (p.m.) R_i = 2957,50 m
Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare sono presenti due curve di raccordo altimetrico di raggio 8000 m ciascuna, che non interessano le due clotoidi

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

La pendenza addizionale di 0,40 (calcolata per interpolazione) sommata alla pendenza massima effettiva del 12 ‰ presente su 126 m della curva circolare e della clotoidi ovest determina una pendenza compensata del 12,48 ‰ (è un calcolo prudenziale perché in tabella per curve di raggio superiore a 3000 non è prevista pendenza addizionale). Viene lievemente superato il valore massimo del 12 ‰ previsto per linee a traffico misto.

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h	Linee 250 < V ≤ 300 km/h	Linee 300 < V ≤ 350 km/h
I	82 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 130 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2 ‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	130
Treni passeggeri	130	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h
Valore limite	50 mm/sec	50 mm/sec
Valore eccezionale	50 mm/sec	75 mm/sec
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h
Valore limite	50 mm/sec	50 mm/sec
Valore eccezionale	50 mm/sec	75 mm/sec
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 130 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2 ‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

	V ≤ 100 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite	7,5 (*)	V _{lim} /2,5 (*)
Valori eccezionali	V _{lim} /5	(*) V _{lim} /2,5 (*)

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

l ₁ ≤	37 mm
l ₂ ≤	22 mm
l ₃ ≤	153 mm
l ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	58 mm/sec
d/dt ₂	54 mm/sec
d/dt ₃	61 mm/sec
d/dt ₄	150 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	34 mm/sec
d/dt ₂	31 mm/sec
d/dt ₃	36 mm/sec
d/dt ₄	28 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 100 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,35 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}

(a) con una tolleranza di + 10 ‰ sui raccordi connessi e di + 30 ‰ su quelli concurri
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	25	20	15	10
P _a (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 3 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 130 Km/h
R = 804,6 m
d = 157,3 mm
d = 16,0 cm

Sul tabulato 129,87 km/h 777 CORREGGERE

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 16,0 cm
V = 130 Km/h
R = 804,6 m
I = 87,81 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 87,81 mm, d = 16 cm, V = 130 Km/h, d/dt ≤ 38 mm/sec

Rispetto d/dt massimo: I = 87,81 mm, d = 16 cm, V = 130 Km/h, d/dt ≤ 54 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa: d = 16 cm, p ≤ 2,25 ‰, Valore limite raccomandato: L_{tr} = 71,111 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} = 106,996 m

Condizione soddisfatta - In progetto 157 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{lim} = 80 Km/h
R = 804,6 m
d = 16,0 cm
E = 66,14 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 157,000 m, L₂ = 157,000 m
V = 130 Km/h, V = 130 Km/h
I = 87,81 mm, I = 87,81 mm
d/dt₁ = 20,196 mm/sec, d/dt₂ = 20,196 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 130 Km/h, V = 130 Km/h
d = 16 cm, d = 16 cm
L₁ = 157 m, L₂ = 157 m
p₁ = 1,02 ‰, p₂ = 1,02 ‰
d/dt₁ = 36,80 mm/sec, d/dt₂ = 36,80 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 130 Km/h
L = 43,333 m
Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 0 m (Clotoidi contigue)
Sviluppo curva circolare = 564 m
L rettilineo est = 234 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 157 m, L₂ = 157 m
R = 804,6 m, R = 804,6 m
m₁ = 1,276 m, m₂ = 1,276 m
In progetto 1,276 m, In progetto 1,276 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 130 Km/h, R = 805 m, d = 160 mm
Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione

V ₁ = 130 km/h	I ₁ = 88 mm	d/dt ₁ = 20 mm/sec	d/dt ₁ = 37 mm/sec
V ₂ = 140 km/h	I ₂ = 127 mm	d/dt ₂ = 32 mm/sec	d/dt ₂ = 40 mm/sec
V ₃ = 145 km/h	I ₃ = 148 mm	d/dt ₃ = 38 mm/sec	d/dt ₃ = 41 mm/sec
V ₄ = 170 km/h	I ₄ = 264 mm	d/dt ₄ = 79 mm/sec	d/dt ₄ = 48 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 130 km/h
Valore limite suggerito R₁ = 5915,00 m
Valore limite minimo (p.m.) R₂ = 2957,50 m

Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare è presente una curva di raccordo altimetrico di raggio 12500 m ciascuna, che non interessano le due clotoidi

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

La curva è in orizzontale tranne l'estremità ovest dove è presente il raccordo altimetrico lungo 64 m e la clotoidi con pendenza del 5%. La pendenza addizionale del 0,80 determina una pendenza compensata di 5,80. È rispettato il valore massimo del 12%.

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h	Linee 250 < V ≤ 300 km/h	Linee 300 < V ≤ 350 km/h
I	82 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	
Treni passeggeri	130	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h
Valore limite	38 mm/sec	50 mm/sec
Valore eccezionale	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h
Valore limite	54 mm/sec	50 mm/sec
Valore eccezionale	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

	V ≤ 100 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite	7,5 (*)	V _{lim} /2,5 (*)
Valori eccezionali	V _{lim} /5	(*) V _{lim} /2,5 (*)

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	37 mm
I ₂ ≤	22 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	58 mm/sec
d/dt ₂	64 mm/sec
d/dt ₃	61 mm/sec
d/dt ₄	150 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	11 mm/sec
d/dt ₂	11 mm/sec
d/dt ₃	60 mm/sec
d/dt ₄	20 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 100 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{lim} ²	0,35 V _{lim} ²
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{lim} ²	0,175 V _{lim} ²

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi connessi e di + 30 % su quelli concurri
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	25	20	15	10
P _a (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 4 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 130 Km/h
R = 2170 m
d = 58,41 mm
d = 6,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 6,0 cm
V = 130 Km/h
R = 2170,0 m
I = 31,88 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 31,88 mm, d = 6 cm
Rispetto d/dt massimo: V = 130 Km/h, V₁ = 130 Km/h, d/dt ≤ 38 mm/sec, d/dt₁ ≤ 54 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa: d = 6 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale L_{tr} = 60,000 m

L_{tr} = 30,330 m, L_{tr} = 40,123 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} = 60,000 m

Condizione soddisfatta - In progetto 60 m

Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25% (mai quello eccezionale 2,5%).

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 2170,0 m
d = 6,0 cm
E = 25,29 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 60,000 m
V = 130 Km/h
I = 31,88 mm
d/dt₁ = 19,190 mm/sec

L₂ = 60,000 m
V = 130 Km/h
I = 31,88 mm
d/dt₂ = 19,190 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 130 Km/h
d = 6 cm
L₁ = 60 m
p₁ = 1,00 ‰
d/dt₁ = 36,11 mm/sec

V = 130 Km/h
d = 6 cm
L₂ = 60 m
p₂ = 1,00 ‰
d/dt₂ = 36,11 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 130 Km/h
L = 43,523 m

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 234 m
Sviluppo curva circolare = 73 m
L rettilineo est = 44,75 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 60 m
R = 2170,0 m
m₁ = 0,069 m
In progetto 0,69 m

L₂ = 60 m
R = 2170,0 m
m₂ = 0,069 m
In progetto 0,69 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 130 Km/h
V₁ = 130 km/h
V₂ = 140 km/h
V₃ = 145 km/h
V₄ = 170 km/h

R = 2170 m
I₁ = 32 mm
I₂ = 47 mm
I₃ = 54 mm
I₄ = 97 mm

d = 60 mm
L = 60,000 m
d/dt₁ = 19 mm/sec
d/dt₂ = 30 mm/sec
d/dt₃ = 36 mm/sec
d/dt₄ = 47 mm/sec

d/dt₁ = 36 mm/sec
d/dt₂ = 39 mm/sec
d/dt₃ = 40 mm/sec
d/dt₄ = 47 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt

Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

(p.m.) Valore limite superiore R₁ = 5915,00 m
(p.m.) Valore limite inferiore R₂ = 2957,50 m
In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livello.

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 250 km/h		Linee 300 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
I	52 mm	100 mm	150 mm	80 mm	130 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	130
Treni passeggeri	130	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	14 mm/sec	60 mm/sec	50 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI	V ≤ 100 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
L	73 m	73 m	V _{lim} /2,5	V _{lim} /2,5

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	32 mm
I ₂ ≤	47 mm
I ₃ ≤	54 mm
I ₄ ≤	97 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	19 mm/sec
d/dt ₂	30 mm/sec
d/dt ₃	36 mm/sec
d/dt ₄	47 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	19 mm/sec
d/dt ₂	30 mm/sec
d/dt ₃	36 mm/sec
d/dt ₄	47 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotache (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 100 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{lim} ²	0,35 V _{lim} ²
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{lim} ²	0,175 V _{lim} ²

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi connessi e di + 30 % su quelli concurri
(b) senza scendere sotto 2000 m.

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	400	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 5 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 130 Km/h
R = 2180 m
d = 58,14 mm
d = 6,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 6,0 cm
V = 130 Km/h
R = 2180,0 m
I = 31,46 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dall'ingegnere dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo
I = 31,46 mm
V = 130 Km/h
d/dt ≤ 38 mm/sec
L₁ = 29,890 m

Rispetto pendenza normale rampa
d = 6 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale
L₂ = 60,000 m

Condizione più restrittiva: L_{tot} = 60,000 m
Condizione soddisfatta - In progetto 60 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 2180,0 m
d = 6,0 cm
E = 25,36 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 60,000 m
L₂ = 60,000 m
V = 130 Km/h
I = 31,46 mm
d/dt₁ = 18,936 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 130 Km/h
d = 6 cm
L₁ = 60 m
p₁ = 1,00 ‰
d/dt₁ = 36,11 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 130 Km/h
L = 43,333 m
Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 44,75 m
Sviluppo curva circolare = 68 m
L rettilineo est = 188 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 60 m
R = 2180,0 m
m_a = 0,069 m
In progetto 0,69 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 130 Km/h
V₁ ≤ 130 km/h
V₂ ≤ 140 km/h
V₃ ≤ 145 km/h
V₄ ≤ 170 km/h

d = 60 mm
L = 60,000 m
I₁ = 31 mm
I₂ = 46 mm
I₃ = 54 mm
I₄ = 96 mm

d/dt₁ = 19 mm/sec
d/dt₂ = 30 mm/sec
d/dt₃ = 36 mm/sec
d/dt₄ = 76 mm/sec

dd/dt₁ = 36 mm/sec
dd/dt₂ = 40 mm/sec
dd/dt₃ = 47 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di dd/dt.

Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

(p.m.) Valore limite suggerito (p.m.) Valore limite minimo
V = 130 km/h
R₁ = 5915,00 m
R₂ = 297,50 m

In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livellata.

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In assenza di riferimenti per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 250 km/h		Linee 250 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
i	50 mm	80 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,68 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	110	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

	Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	30 mm/sec	60 mm/sec	30 mm/sec	60 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI RUOTA

	Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
dD/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	50 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

Valori limite	V < 200 km/h		200 < V < 300 km/h	
	V _{lim} /3	(*) V _{lim} /1,5	(*)	(*)
Valori eccezionali	V _{lim} /5	(*) V _{lim} /2,5	(*)	(*)

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	32 mm
I ₂ ≤	123 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	273 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	19 mm/sec
d/dt ₂	30 mm/sec
d/dt ₃	36 mm/sec
d/dt ₄	76 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

dd/dt ₁	36 mm/sec
dd/dt ₂	40 mm/sec
dd/dt ₃	47 mm/sec
dd/dt ₄	76 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,25 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,30

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 6 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 160 Km/h
R = 1500 m
d = 128,00 mm
d = 13,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 13,0 cm
V = 160 Km/h
R = 1500,0 m
I = 71,36 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 71,36 mm, d = 13 cm, V = 160 Km/h, d/dt ≤ 38 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 106,996 m, L_{tr} = 106,996 m

Rispetto pendenza normale rampa: d = 13 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale L_{tr} = 130,000 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} = 130,000 m

Condizione soddisfatta - In progetto 151 m

Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25% (mai quello eccezionale 2,5%).

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{lim} = 80 Km/h
R = 1500,0 m
d = 13,0 cm
E = 79,65 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 151,000 m
V = 160 Km/h
I = 71,36 mm
d/dt₁ = 21,003 mm/sec

L₂ = 151,000 m
V = 160 Km/h
I = 71,36 mm
d/dt₂ = 21,003 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 160 Km/h
d = 13 cm
L₁ = 151 m
p₁ = 0,86 ‰
d/dt₁ = 38,26 mm/sec

V = 160 Km/h
d = 13 cm
L₂ = 151 m
p₂ = 0,86 ‰
d/dt₂ = 38,26 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 160 Km/h
L = 53,333 m
Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 188 m, Sviluppo curva circolare = 652 m, L rettilineo est = 592 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 151 m
R = 1500,0 m
m₁ = 0,633 m
In progetto 0,633 m

L₂ = 151 m
R = 1500,0 m
m₂ = 0,633 m
In progetto 0,633 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 160 Km/h
V₁ = 142 km/h
V₂ = 160 km/h
V₃ = 182 km/h
V₄ = 210 km/h

R = 1500 m
I₁ = 24 mm
I₂ = 71 mm
I₃ = 125 mm
I₄ = 217 mm

d = 130 mm
L = 151,000 m
d/dt₁ = 6 mm/sec
d/dt₂ = 21 mm/sec
d/dt₃ = 41 mm/sec
d/dt₄ = 84 mm/sec

d/dt₁ = 33 mm/sec
d/dt₂ = 38 mm/sec
d/dt₃ = 43 mm/sec
d/dt₄ = 50 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di dd/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 160 km/h
R₁ = 8960,00 m

Valore limite suggerito
R₂ = 4480,00 m

Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare è presente una curva di raccordo altimetrico di raggio 15000 m che non interessa le due diotidi

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 250 km/h		Linee 300 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
I	82 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{se}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	130
Treni passeggeri	130	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	14 mm/sec	50 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h		
	Valore limite	Valore eccezionale	
V _{lim} /5	V _{lim} /5 (*)	V _{lim} /2,5 (*)	NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	37 mm
I ₂ ≤	123 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	60 mm/sec
d/dt ₃	61 mm
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	60 mm
d/dt ₄	75 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 80 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,25 V _{lim} ²	0,35 V _{lim} ²
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{lim} ²	0,175 V _{lim} ² (a)

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi convessi e di + 30 % su quelli concavi
(b) pendenza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 7 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 210 Km/h
R = 4842,5 m
d = 66,30 mm
d = 7,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 6 cm Inserirsi manualmente il valore di progetto
V = 210 Km/h
R = 4842,5 m
I = 47,45 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 47,45 mm, d = 6 cm, V = 210 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: V_{tr} = 210 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa: d = 6 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale L_{tr} = 60.000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25‰ (mai quello eccezionale 2,5‰).

L_{tr} = 55,353 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 70,000 m
Condizione soddisfatta - In progetto 123 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 4842,5 m
d = 6,0 cm
E = 44,40 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 123,000 m, L₂ = 123,000 m, V = 210 Km/h, I = 47,45 mm, d/dt₁ = 22,501 mm/sec, d/dt₂ = 22,501 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 210 Km/h, d = 6 cm, L₁ = 123 m, p₁ = 0,49 ‰, d/dt₁ = 28,46 mm/sec
V = 210 Km/h, d = 6 cm, L₂ = 123 m, p₂ = 0,49 ‰, d/dt₂ = 28,46 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 210 Km/h, L = 54,000 m, Valore eccezionale, Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 592 m, Sviluppo curva circolare = 652 m, L rettilineo est = 0 m (diodoli contigue)

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 123 m, R = 4842,5 m, m₁ = 0,130 m, In progetto 0,130 m
L₂ = 123 m, R = 4842,5 m, m₂ = 0,130 m, In progetto 0,130 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: V = 210 Km/h, R = 4843 m, d = 60 mm, L = 123,000 m
V₁ ≤ 140 km/h, I₁ = -12 mm, d/dt₁ = -4 mm/sec, d₁/d₁ = 19 mm/sec
V₂ ≤ 150 km/h, I₂ = 2 mm, d/dt₂ = 1 mm/sec, d₂/d₂ = 22 mm/sec
V₃ ≤ 235 km/h, I₃ = 75 mm, d/dt₃ = 40 mm/sec, d₃/d₃ = 32 mm/sec
V₄ ≤ 250 km/h, I₄ = 92 mm, d/dt₄ = 52 mm/sec, d₄/d₄ = 34 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d_i/d_i
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito: V = 210 km/h, R₁ = 15435,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 7717,50 m
Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare è presente una curva di raccordo altimetrica di raggio 17000 m che non interessa le due diotadi

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	Linee 300 < V ≤ 350 km/h			
I	92 mm	130 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	130
Treni passeggeri	130	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h			
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec	
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h			
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	
d/dt	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h		
Valori limite	V _{max} /3 (*)	V _{max} /2,5 (*)	NOTA (*) L sempre ≥ 30 m
Valori eccezionali	V _{max} /5	V _{max} /2,5	

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO	RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO	RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO
I ₁ ≤ 92 mm	d/dt ₁ = 38 mm/sec	d ₁ /d ₁ = 19 mm/sec
I ₂ ≤ 130 mm	d/dt ₂ = 52 mm/sec	d ₂ /d ₂ = 22 mm/sec
I ₃ ≤ 150 mm	d/dt ₃ = 60 mm/sec	d ₃ /d ₃ = 32 mm/sec
I ₄ ≤ 275 mm	d/dt ₄ = 150 mm/sec	d ₄ /d ₄ = 34 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi convessi e di + 30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	800	600	400	300	250	200	180
P _c (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 9 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 210 Km/h
R = 2500 m
d = 132,30 mm
d = 13,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 12 cm Inserirlo manualmente il valore di progetto
V = 210 Km/h
R = 2500 m
I = 88,12 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo: I = 88,12 mm, d = 12 cm, V = 210 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 88,12 mm, d = 12 cm, V = 210 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 12 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale: L_{tr} = 102,808 m, L_{tr} = 140,000 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 140,000 m
Condizione soddisfatta - In progetto 227 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{lim} = 80 Km/h
R = 2500 m
d = 12,0 cm
E = 89,79 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 227,000 m, L₂ = 227,000 m, V = 210 Km/h, I = 88,12 mm, d/dt₁ = 22,645 mm/sec, d/dt₂ = 22,645 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 210 Km/h, d = 12 cm, L₁ = 227 m, p₁ = 0,63 ‰, d/dt₁ = 30,84 mm/sec
V = 210 Km/h, d = 12 cm, L₂ = 227 m, p₂ = 0,63 ‰, d/dt₂ = 30,84 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 210 Km/h, L = 140,000 m, Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 0 m, Sviluppo curva circolare = 1233 m, L rettilineo est = 1080 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 227 m, R = 2500 m, m₁ = 0,859 m, In progetto 0,859 m
L₂ = 227 m, R = 2500 m, m₂ = 0,859 m, In progetto 0,859 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: V = 210 Km/h, R = 2500 m, d = 120 mm, L = 227,000 m
V₁ ≤ 140 km/h, I₁ = -27 mm, d/dt₁ = -5 mm/sec, d₁/d₁ = 21 mm/sec
V₂ ≤ 160 km/h, I₂ = 1 mm, d/dt₂ = 0 mm/sec, d₂/d₂ = 23 mm/sec
V₃ ≤ 235 km/h, I₃ = 141 mm, d/dt₃ = 40 mm/sec, d₃/d₃ = 35 mm/sec
V₄ ≤ 250 km/h, I₄ = 175 mm, d/dt₄ = 54 mm/sec, d₄/d₄ = 37 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito: R₁ = 15435,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 7717,50 m
In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livellata.

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA		Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
I	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	
I	92 mm	130 mm	80 mm	130 mm	
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	
Treni passeggeri	130	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	92 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO		Valore limite	Valore eccezionale
V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰, 2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
Valori limite	V _{min} /5	V _{min} /2,5	NOTA (*) sempre ≥ 30 m
Valori eccezionali			

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	130 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	60 mm/sec
d/dt ₃	60 mm/sec
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	34 mm/sec
d/dt ₂	37 mm/sec
d/dt ₃	60 mm
d/dt ₄	25 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)		V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)		0,35 V ² _{max}	0,25 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)		0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	800	600	500	400	300	250	200	180
P _c (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 9 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 5500 m
d = 85,23 mm
d = 8,5 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 7,5 cm Inserirlo manualmente il valore di progetto
V = 250 Km/h
R = 5500 m
I = 89,07 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 89,07 mm, d = 7,5 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 104,167 mm, d = 7,5 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 7,5 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale
L_{tot} = 82,043 m, L_{tot} = 104,167 m, L_{tot} = 75,000 m
Condizione più restrittiva: L_{tot} = 104,167 m
Condizione soddisfatta - In progetto 184 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{lim} = 80 Km/h
R = 5500 m
d = 7,5 cm
E = 61,27 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 104,000 m, L₂ = 104,000 m, V = 250 Km/h, I = 89,07 mm, d/dt₁ = 22,294 mm/sec, d/dt₂ = 22,294 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h, d = 7,5 cm, L₁ = 184 m, p₁ = 0,41 ‰, d/dt₁ = 28,31 mm/sec
V = 250 Km/h, d = 7,5 cm, L₂ = 184 m, p₂ = 0,41 ‰, d/dt₂ = 28,31 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h, L = 184,067 m, Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 1080 m, Sviluppo curva circolare = 396 m, L rettilineo est = 1541 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 184 m, R = 5500 m, m₁ = 0,256 m, In progetto 0,257 m
L₂ = 184 m, R = 5500 m, m₂ = 0,256 m, In progetto 0,257 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 250 Km/h, R = 5500 m, d = 75 mm, L = 184,000 m
V₁ ≤ 140 km/h, I₁ = -33 mm, d/dt₁ = -7 mm/sec, d₁/d₁ = 16 mm/sec
V₂ ≤ 150 km/h, I₂ = -20 mm, d/dt₂ = -5 mm/sec, d₂/d₂ = 18 mm/sec
V₃ ≤ 250 km/h, I₃ = 59 mm, d/dt₃ = 22 mm/sec, d₃/d₃ = 28 mm/sec
V₄ ≤ 250 km/h, I₄ = 59 mm, d/dt₄ = 22 mm/sec, d₄/d₄ = 28 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito: R₁ = 21875,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 20937,50 m
In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livellata.

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h		Linee 300 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
I	92 mm	130 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	
Treni passeggeri	130	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

Linee V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
V _{min} /5	V _{max} /5	V _{max} /2,5

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	120 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	60 mm/sec
d/dt ₄	60 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	16 mm/sec
d/dt ₂	17 mm/sec
d/dt ₃	28 mm/sec
d/dt ₄	28 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenzialmente in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,25 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	400	300	250	200	180
P _c (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 10 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 4000 m
d = 117,19 mm
d = 11,5 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 10,5 cm Inserirlo manualmente il valore di progetto
V = 250 Km/h
R = 4000,0 m
I = 79,35 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo: I = 79,35 mm, d = 10,5 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 145,833 mm, d = 10,5 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 10,5 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale
L_{tr} = 110,205 m, L_{tr} = 145,833 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 145,833 m
Condizione soddisfatta - In progetto 258 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{lim} = 80 Km/h
R = 4000,0 m
d = 10,5 cm
E = 86,12 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 258,000 m, L₂ = 258,000 m
V = 250 Km/h, V = 250 Km/h
I = 79,35 mm, I = 79,35 mm
d/dt₁ = 21,358 mm/sec, d/dt₂ = 21,358 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h, V = 250 Km/h
d = 10,5 cm, d = 10,5 cm
L₁ = 258 m, L₂ = 258 m
p₁ = 0,41 ‰, p₂ = 0,41 ‰
d/dt₁ = 28,26 mm/sec, d/dt₂ = 28,26 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h
L = 145,867 m
Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 1541 m
Sviluppo curva circolare = 940 m
L rettilineo est = 470 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 258 m, L₂ = 258 m
R = 4000,0 m, R = 4000,0 m
m₁ = 0,693 m, m₂ = 0,693 m
In progetto 0,693 m, In progetto 0,693 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Respetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 250 Km/h, R = 4000 m, d = 105 mm, L = 258,000 m
V₁ ≤ 140 km/h, I₁ = -47 mm, d/dt₁ = -7 mm/sec, d₁/d₁ = 16 mm/sec
V₂ ≤ 150 km/h, I₂ = -29 mm, d/dt₂ = -5 mm/sec, d₂/d₂ = 18 mm/sec
V₃ ≤ 250 km/h, I₃ = 79 mm, d/dt₃ = 21 mm/sec, d₃/d₃ = 28 mm/sec
V₄ ≤ 250 km/h, I₄ = 79 mm, d/dt₄ = 21 mm/sec, d₄/d₄ = 28 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito: R₁ = 21875,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 20937,50 m
Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare è presente una curva di raccordo altimetrica di raggio 4000 m che non interessa le due cloidati

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

I	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
92 mm	130 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	130
Treni passeggeri	130	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

d/dt	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
88 mm/sec	92 mm/sec	92 mm/sec	75 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

d/dt	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite: V _{min} /5 (*) V _{max} /2,5 (**)	NOTA (*) sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤ 92 mm	d/dt ₁ ≤ 16 mm/sec
I ₂ ≤ 130 mm	d/dt ₂ ≤ 18 mm/sec
I ₃ ≤ 150 mm	d/dt ₃ ≤ 21 mm/sec
I ₄ ≤ 275 mm	d/dt ₄ ≤ 28 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁ ≤ 16 mm/sec
d/dt ₂ ≤ 18 mm/sec
d/dt ₃ ≤ 21 mm/sec
d/dt ₄ ≤ 28 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁ ≤ 16 mm/sec
d/dt ₂ ≤ 18 mm/sec
d/dt ₃ ≤ 21 mm/sec
d/dt ₄ ≤ 28 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenzialmente in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	800	600	500	400	300	250	200	180
P _c (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 11 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 4000 m
d = 117,19 mm
d = 11,5 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 10,5 cm Inserirlo manualmente il valore di progetto
V = 250 Km/h
R = 4000,0 m
I = 79,35 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto di dd/dt massimo: $I = 79,35$ mm, $d = 10,5$ cm, $V = 250$ Km/h, $dd/dt \leq 50$ mm/sec
Rispetto di dd/dt massimo: $I = 79,35$ mm, $d = 10,5$ cm, $V = 250$ Km/h, $dd/dt \leq 50$ mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: $d = 10,5$ cm, $p \leq 1$ ‰, Valore normale
 $L_{min} = 110,205$ m, $L_{min} = 145,833$ m
Condizione più restrittiva: $L_{min} = 145,833$ m
Condizione soddisfatta - In progetto 150 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

$V_{max} = 80$ Km/h
R = 4000,0 m
d = 10,5 cm
E = 86,12 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

$L_1 = 150,000$ m, $L_2 = 150,000$ m
V = 250 Km/h, V = 250 Km/h
I = 79,35 mm, I = 79,35 mm
 $dd/dt_1 = 38,735$ mm/sec, $dd/dt_2 = 38,735$ mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h, V = 250 Km/h
d = 10,5 cm, d = 10,5 cm
 $L_1 = 150$ m, $L_2 = 150$ m
 $p_1 = 0,70$ ‰, $p_2 = 0,70$ ‰
 $dd/dt_1 = 48,61$ mm/sec, $dd/dt_2 = 48,61$ mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h
L = 145,867 m
Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 470 m
Sviluppo curva circolare = 1512 m
L rettilineo est = 509 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

$L_1 = 150$ m, $L_2 = 150$ m
R = 4000,0 m, R = 4000,0 m
 $m_1 = 0,234$ m, $m_2 = 0,234$ m
In progetto 0,234 m, In progetto 0,234 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 250 Km/h, R = 4000 m, d = 105 mm, L = 150.000 m
 $V_a \leq 140$ km/h, $I_a = -47$ mm, $dd/dt_a = -12$ mm/sec, $dd/dt_a = 27$ mm/sec
 $V_b \leq 150$ km/h, $I_b = -29$ mm, $dd/dt_b = -9$ mm/sec, $dd/dt_b = 31$ mm/sec
 $V_c \leq 250$ km/h, $I_c = 79$ mm, $dd/dt_c = 37$ mm/sec, $dd/dt_c = 49$ mm/sec
 $V_d \leq 250$ km/h, $I_d = 79$ mm, $dd/dt_d = 37$ mm/sec, $dd/dt_d = 49$ mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di dd/dt e di dd/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito: V = 250 km/h, R_s = 21875,00 m
Valore limite minimo: R_l = 20937,50 m
In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livellata.

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h	Linee 300 < V < 350 km/h
I	Valore limite	Valore eccezionale
92 mm	150 mm	80 mm
a _{ce}	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²
	0,65 m/sec ²	0,52 m/sec ²
		0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	
Treni passeggeri	130	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h
Valore limite	Valore eccezionale
38 mm/sec	52 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²
	0,60 m/sec ²
	0,33 m/sec ²
	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h
Valore limite	Valore eccezionale
0,036 rad/sec	0,040 rad/sec
ω	0,033 rad/sec
	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite	V _{lim} /5 (*)
Valori eccezionali	V _{lim} /2,5 (*)

NOTA (*) sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I _{cs} ≤	92 mm
I _{cs} ≤	120 mm
I _{cs} ≤	150 mm
I _{cs} ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

dd/dt _{cs}	38 mm/sec
dd/dt _{cs}	52 mm/sec
dd/dt _{cs}	60 mm/sec
dd/dt _{cs}	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

dd/dt _{cs}	37 mm/sec
dd/dt _{cs}	49 mm/sec
dd/dt _{cs}	49 mm/sec
dd/dt _{cs}	79 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,25 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m.

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	800	600	500	400	300	250	200	180
P _c (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 12 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 12000 m
d = 39,06 mm
d = 4,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 3,5 cm Inserirlo manualmente il valore di progetto
V = 250 Km/h
R = 12000,0 m
I = 26,45 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo: I = 26,45 mm, d = 3,5 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 26,45 mm, d = 3,5 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 3,5 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale
L_{tr} = 38,735 m, L_{tr} = 48,611 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 48,611 m
Condizione soddisfatta - In progetto 50 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 12000,0 m
d = 3,5 cm
E = 28,71 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 50,000 m, L₂ = 50,000 m
V = 250 Km/h, V = 250 Km/h
I = 26,45 mm, I = 26,45 mm
d/dt₁ = 38,735 mm/sec, d/dt₂ = 38,735 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h, V = 250 Km/h
d = 3,5 cm, d = 3,5 cm
L₁ = 50 m, L₂ = 50 m
p₁ = 0,70 ‰, p₂ = 0,70 ‰
d/dt₁ = 48,61 mm/sec, d/dt₂ = 48,61 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h
L = 126,067 m
Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 509 m
Sviluppo curva circolare = 1888 m
L rettilineo est = 2206 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 50 m, L₂ = 50 m
R = 12000,0 m, R = 12000,0 m
m₁ = 0,009 m, m₂ = 0,009 m
In progetto 0,009 m, In progetto 0,009 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 250 Km/h, R = 12000 m, d = 35 mm, L = 50,000 m
V₁ ≤ 140 km/h, I₁ = -16 mm, d/dt₁ = -12 mm/sec, d₁/d₁ = 27 mm/sec
V₂ ≤ 150 km/h, I₂ = -10 mm, d/dt₂ = -9 mm/sec, d₂/d₂ = 31 mm/sec
V₃ ≤ 250 km/h, I₃ = 26 mm, d/dt₃ = 37 mm/sec, d₃/d₃ = 49 mm/sec
V₄ ≤ 250 km/h, I₄ = 26 mm, d/dt₄ = 37 mm/sec, d₄/d₄ = 49 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d₁/d₁
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito: R₁ = 21875,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 20937,50 m
Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare sono presenti tre curve di raccordo altimetrico di raggio 22000 m ciascuna, che non interessano le due clochets

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	Linee 300 < V ≤ 350 km/h			
I	92 mm	150 mm	80 mm	130 mm	
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	150	150
Treni passeggeri	150	150

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h			
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec	
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h			
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	62 mm/sec	
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h		
Valori limite	V _{lim} /5 (*)	V _{lim} /2,5 (*)	NOTA (*) sempre ≥ 30 m
Valori eccezionali	V _{lim} /5	V _{lim} /2,5	

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	150 mm
I ₃ ≤	150 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	60 mm/sec
d/dt ₄	62 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	31 mm/sec
d/dt ₂	37 mm/sec
d/dt ₃	49 mm/sec
d/dt ₄	49 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,25 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	800	600	500	400	300	250	200	180				
P _c (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 13 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 5000 m
d = 93,75 mm
d = 9,5 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 8 cm
V = 250 Km/h
R = 5000 m
I = 67,48 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo: I = 67,48 mm, d = 8 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 111,111 m, L_{tr} = 111,111 m, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 8 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale L_{tr} = 80,000 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 111,111 m
Condizione soddisfatta - In progetto 115 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 5000 m
d = 8,0 cm
E = 64,90 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 115,000 m, L₂ = 115,000 m, V = 250 Km/h, I = 67,48 mm, d/dt₁ = 40,748 mm/sec, d/dt₂ = 40,748 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h, d = 9 cm, L₁ = 115 m, p₁ = 0,70 ‰, d/dt₁ = 48,31 mm/sec
V = 250 Km/h, d = 9 cm, L₂ = 115 m, p₂ = 0,70 ‰, d/dt₂ = 48,31 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h, L = 126,067 m, Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 2206 m, Sviluppo curva circolare = 335 m, L rettilineo est = 173 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 115 m, R = 5000,0 m, m₁ = 0,110 m, In progetto 0,110 m
L₂ = 115 m, R = 5000,0 m, m₂ = 0,110 m, In progetto 0,110 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Respetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: V = 250 Km/h, R = 5000 m, d = 80 mm, L = 115,000 m
V₁ = 140 km/h, I₁ = -34 mm, d/dt₁ = -11 mm/sec, d₁/d₁ = 27 mm/sec
V₂ = 150 km/h, I₂ = -20 mm, d/dt₂ = -8 mm/sec, d₂/d₂ = 31 mm/sec
V₃ = 250 km/h, I₃ = 68 mm, d/dt₃ = 41 mm/sec, d₃/d₃ = 48 mm/sec
V₄ = 250 km/h, I₄ = 68 mm, d/dt₄ = 41 mm/sec, d₄/d₄ = 48 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d_i/d_i
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito: R₁ = 21875,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 20937,50 m
Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare è presente una curva di raccordo altimetrica di raggio 21900 m che non interessa le due dotate

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	Linee 300 < V ≤ 350 km/h	Linee 350 < V ≤ 400 km/h
I	92 mm	130 mm	150 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²
			0,52 m/sec ²
			0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	130
Treni passeggeri	130	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h
Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²
Valore eccezionale	52 mm/sec
Valore limite	50 mm/sec
Valore eccezionale	75 mm/sec
Valore limite	0,33 m/sec ²
Valore eccezionale	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h
Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec
ω	0,036 rad/sec
Valore eccezionale	62 mm/sec
Valore limite	52 mm/sec
Valore eccezionale	60 rad/sec
Valore limite	0,033 rad/sec
Valore eccezionale	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valore limite	V _{lim} /5
Valore eccezionale	V _{lim} /2,5
	NOTA (*) sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	130 mm
I ₃ ≤	150 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	50 mm/sec
d/dt ₃	60 mm/sec
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d _i /d _i ₁	27 mm/sec
d _i /d _i ₂	31 mm/sec
d _i /d _i ₃	48 mm/sec
d _i /d _i ₄	48 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (80 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,25 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	800	700	600	500	400	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80
P ₂ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 14 - BINARIO PARI - Viadotto Alpone pk 20+219,51 - pk 21+991,51

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 3400 m
d = 137,87 mm
d = 14,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 12 cm
V = 250 Km/h
R = 3400,0 m
I = 96,88 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo: I = 96,88 mm, d = 12 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 96,88 mm, d = 12 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto p ≤ 1 ‰: d = 12 cm, V = 250 Km/h, p ≤ 1 ‰, Valore normale
L_{min} = 134,555 m, L_{min} = 166,667 m, L_{min} = 120,000 m
Condizione più restrittiva: L_{min} = 166,667 m
Condizione soddisfatta - In progetto 185 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 3400,0 m
d = 12,0 cm
E = 97,75 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 165,000 m, L₂ = 165,000 m, V = 250 Km/h, I = 96,88 mm, d/dt₁ = 36,366 mm/sec, d/dt₂ = 36,366 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h, d = 12 cm, L₁ = 165 m, p₁ = 0,65 ‰, d/dt₁ = 45,05 mm/sec
V = 250 Km/h, d = 12 cm, L₂ = 165 m, p₂ = 0,65 ‰, d/dt₂ = 45,05 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h, L = 166,667 m, Condizione soddisfatta
L_{min} = 165 m, L_{min} = 165 m, Sviluppo curva circolare = 1067 m, L rettilineo est = 323 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 165 m, R = 3400,0 m, m₁ = 0,419 m, L₂ = 165 m, R = 3400,0 m, m₂ = 0,419 m, In progetto 0,419 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 250 Km/h, R = 3400 m, d = 120 mm, L = 185,000 m
V₁ = 140 km/h, I₁ = -52 mm, d/dt₁ = -11 mm/sec, d/dt₁ = 25 mm/sec
V₂ = 150 km/h, I₂ = -31 mm, d/dt₂ = -7 mm/sec, d/dt₂ = 29 mm/sec
V₃ = 250 km/h, I₃ = 97 mm, d/dt₃ = 36 mm/sec, d/dt₃ = 45 mm/sec
V₄ = 250 km/h, I₄ = 97 mm, d/dt₄ = 36 mm/sec, d/dt₄ = 45 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di dd/dt
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 250 km/h, Valore limite suggerito R_s = 21875,00 m, Valore limite minimo (p.m.) R_l = 10937,50 m

Sul viadotto Alpone sono presenti due curve verticali di raccordo altimetrico entrambe di raggio 20000 m, che soddisfa il valore limite suggerito E' confermata la compatibilità planaltimetrica, entrambe le curve ricadono sulla curva circolare senza interessare le diotteri

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

I	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
92 mm	100 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	130
Treni passeggeri	130	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

d/dt	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
88 mm/sec	92 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

d/dt	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

Valori limite	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
V _{lim} /5	(*) V _{lim} /2,5	(*) V _{lim} /2,5

NOTA (*) sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	120 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	44 mm/sec
d/dt ₃	61 mm/sec
d/dt ₄	150 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

dd/dt ₁	3 mm/sec
dd/dt ₂	3 mm/sec
dd/dt ₃	6 mm/sec
dd/dt ₄	2 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,25 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi convessi e di - 30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	800	600	400	300	250	200	180
P _c (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 14 - BINARIO DISPARI - Viadotto Alpone pk 20+219,51 - pk 21+991,51

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
 R = 3395,0 m
 d = 138,07 mm
 d = 14,0 cm
 Nel PE non è indicato

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 12 cm
 V = 250 Km/h
 R = 3395,0 m
 I = 97,20 mm
 Inserito manualmente il valore del binario pari, nel PE non è indicato

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO
 In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h	Linee 250 < V ≤ 300 km/h			
l	92 mm	130 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO
 La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto di/dt massimo
 I = 97,20 mm
 V = 250 Km/h
 d/dt ≤ 50 mm/sec

Rispetto di/dt massimo
 d = 12 cm
 V = 250 Km/h
 d/dt ≤ 50 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa
 d = 12 cm
 p ≤ 1 ‰
 Valore normale

L₁ = 134,998 m
 L₂ = 166,667 m
 L₃ = 120,000 m
 Condizione più restrittiva: L₁ = 134,998 m
 Condizione soddisfatta - In progetto 185 m

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

CALCOLO DELL'ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
 R = 3395,0 m
 d = 12,0 cm
 E = 97,75 mm

ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	130
Treni passeggeri	110	130

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 165,000 m
 V = 250 Km/h
 I = 97,20 mm
 d/dt₁ = 36,486 mm/sec

L₂ = 165,000 m
 V = 250 Km/h
 I = 97,20 mm
 d/dt₂ = 36,486 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h
 d = 12 cm
 L₁ = 165,000 m
 p₁ = 0,65 ‰
 d/dt₁ = 45,05 mm/sec

V = 250 Km/h
 d = 12 cm
 L₂ = 165,000 m
 p₂ = 0,65 ‰
 d/dt₂ = 45,05 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	
d/dt	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec
ω	0,036 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h
 L = 166,667 m
 Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 173 m
 Sviluppo curva circolare = 335 m
 L rettilineo est = 323 m

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite	V _{lim} /5 (*)
Valori eccezionali	V _{lim} /2,5 (*)

NOTA (*) sempre ≥ 30 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 165 m
 R = 3395,0 m
 m₁ = 0,420 m
 In progetto 0,419 m

L₂ = 165 m
 R = 3395,0 m
 m₂ = 0,420 m
 In progetto 0,419 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 250 Km/h
 R = 3395 m
 d = 120 mm
 L = 185,000 m

V₁ ≤ 140 km/h
 V₂ ≤ 150 km/h
 V₃ ≤ 250 km/h
 V₄ ≤ 250 km/h

I₁ = -52 mm
 I₂ = -31 mm
 I₃ = 97 mm
 I₄ = 97 mm

d/dt₁ = -11 mm/sec
 d/dt₂ = -7 mm/sec
 d/dt₃ = 36 mm/sec
 d/dt₄ = 36 mm/sec

d/dt₁ = 25 mm/sec
 d/dt₂ = 29 mm/sec
 d/dt₃ = 45 mm/sec
 d/dt₄ = 45 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/dt²
 Valori negativi in presenza di sopraelevazione

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

l ₁ ≤	l ₂ ≤	l ₃ ≤	l ₄ ≤
92 mm	130 mm	150 mm	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	d/dt ₂	d/dt ₃	d/dt ₄
38 mm/sec	52 mm/sec	60 mm/sec	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

dd/dt ₁	dd/dt ₂	dd/dt ₃	dd/dt ₄
3 mm/sec	5 mm/sec	6 mm/sec	2 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito
 V = 250 km/h
 R₁ = 21875,00 m

Valore limite minimo
 R₂ = 20937,50 m

Sul viadotto Alpone sono presenti due curve verticali di raccordo altimetrico entrambe di raggio 22000 m, che soddisfa il valore limite suggerito. E' confermata la compatibilità planaltimetrica, entrambe le curve ricadono sulla curva circolare senza interessare le diotidi.

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{lim} ²	0,35 V _{lim} ²
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{lim} ²	0,175 V _{lim} ²

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi convessi e di + 30 % su quelli concavi
 (b) senza scendere sotto 2000 m.

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA
 (p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	20	10	5
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 15 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 3400 m
d = 137,87 mm
d = 14,0 cm

Nel tabulato parametrico di PE non è indicato

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 12 cm
V = 250 Km/h
R = 3400,0 m
I = 96,88 mm

Inserire manualmente il valore del PD
Coincide con il valore presente nel tabulato di verifica cinematica

Rispetto pendenza normale rampa

d = 12 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale
L_{av} = 120,000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25‰ (mai quello eccezionale 2,5‰).

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo
I = 96,88 mm
V = 250 Km/h
d/dt ≤ 50 mm/sec
L_{av} = 134,555 m

Rispetto d/dt massimo
d = 12 cm
V_{tr} = 250 Km/h
d/dt ≤ 50 mm/sec
L_{av} = 166,667 m

Condizione più restrittiva: L_{av} = 166,667 m

Condizione soddisfatta - In progetto 185 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 3400,0 m
d = 12,0 cm
E = 97,75 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 185,000 m
V = 250 Km/h
I = 96,88 mm
d/dt₁ = 36,366 mm/sec

L₂ = 185,000 m
V = 250 Km/h
I = 96,88 mm
d/dt₂ = 36,366 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h
d = 12 cm
L₁ = 185 m
p₁ = 0,65 ‰
d/dt₁ = 45,05 mm/sec

V = 250 Km/h
d = 12 cm
L₂ = 185 m
p₂ = 0,65 ‰
d/dt₂ = 45,05 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h
L = 166,667 m
Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 323 m
Sviluppo curva circolare = 1067 m
L rettilineo est = 2535 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 185 m
R = 3400,0 m
m₁ = 0,419 m
In progetto 0,419 m

L₂ = 185 m
R = 3400,0 m
m₂ = 0,419 m
In progetto 0,419 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 250 Km/h
R = 3400 m
V₁ ≤ 140 km/h
V₂ ≤ 150 km/h
V₃ ≤ 250 km/h
V₄ ≤ 250 km/h

d = 120 mm
L = 185,000 m
I₁ = -52 mm
I₂ = -31 mm
I₃ = 97 mm
I₄ = 97 mm
d/dt₁ = -11 mm/sec
d/dt₂ = -7 mm/sec
d/dt₃ = 36 mm/sec
d/dt₄ = 36 mm/sec
d₁/d₂ = 25 mm/sec
d₂/d₃ = 29 mm/sec
d₃/d₄ = 45 mm/sec
d₄/d₅ = 45 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d₁/d₂
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito
V = 250 km/h
R₁ = 21875,00 m

Valore limite minimo
R₂ = 20937,50 m

Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare sono presenti tre curve di raccordo altimetrico di raggio 21900 m ciascuna, che non interessano le due diotidi

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h		Linee 300 < V ≤ 350 km/h	
INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE	ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
I	92 mm	100 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	120
Treni passeggeri	110	120

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
Valori limite	V _{max} /5 (*)	V _{max} /2,5 (*)	NOTA (*) sempre ≥ 30 m
Valori eccezionali	V _{max} /5	V _{max} /2,5	

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	120 mm
I ₃ ≤	150 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	60 mm/sec
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d ₁ /d ₂	31 mm/sec
d ₂ /d ₃	27 mm/sec
d ₃ /d ₄	45 mm
d ₄ /d ₅	25 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	20	10	5
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 16 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 3400 m
d = 137,87 mm
d = 14,0 cm

Nel tabulato planimetrico di PE non è indicato

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 12 cm
V = 250 Km/h
R = 3400,0 m
I = 96,88 mm

Inserito manualmente il valore del PD, che coincide con il valore presente nel tabulato di verifica cinematica

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo: I = 96,88 mm, d = 12 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 96,88 mm, d = 12 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 12 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale
L_{tr} = 134,555 m, L_{tr} = 166,667 m, L_{tr} = 120,000 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} = 166,667 m
Condizione soddisfatta - In progetto 185 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 3400,0 m
d = 12,0 cm
E = 97,75 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 185,000 m, L₂ = 185,000 m, V = 250 Km/h, I = 96,88 mm, d/dt₁ = 36,366 mm/sec, d/dt₂ = 36,366 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h, d = 12 cm, L₁ = 185 m, p₁ = 0,65 ‰, d/dt₁ = 45,05 mm/sec
V = 250 Km/h, d = 12 cm, L₂ = 185 m, p₂ = 0,65 ‰, d/dt₂ = 45,05 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h, L = 166,667 m, Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 2535 m, Sviluppo curva circolare = 746 m, L rettilineo est = 209 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 185 m, R = 3400,0 m, m₁ = 0,419 m, In progetto 0,419 m
L₂ = 185 m, R = 3400,0 m, m₂ = 0,419 m, In progetto 0,419 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 250 Km/h, R = 3400 m, d = 120 mm, L = 185,000 m
V₁ = 140 km/h, I₁ = -52 mm, d/dt₁ = -11 mm/sec, d₁/d₁ = 25 mm/sec
V₂ = 150 km/h, I₂ = -31 mm, d/dt₂ = -7 mm/sec, d₂/d₂ = 29 mm/sec
V₃ = 250 km/h, I₃ = 97 mm, d/dt₃ = 36 mm/sec, d₃/d₃ = 45 mm/sec
V₄ = 250 km/h, I₄ = 97 mm, d/dt₄ = 36 mm/sec, d₄/d₄ = 45 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d_i/d_i
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito: R₁ = 21875,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 20937,50 m
In corrispondenza a questa curva non sono presenti cambi di livellata

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h		Linee 300 < V ≤ 350 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	Valore eccezionale
I	92 mm	130 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	130
Treni passeggeri	110	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
Valori limite	V _{max} /5 (*)	V _{max} /2,5 (*)	NOTA (*) sempre ≥ 30 m
Valori eccezionali	V _{max} /5	V _{max} /2,5	

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	120 mm
I ₃ ≤	150 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	60 mm/sec
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d ₁ /d ₁	25 mm/sec
d ₂ /d ₂	29 mm/sec
d ₃ /d ₃	45 mm/sec
d ₄ /d ₄	45 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	25	20	18
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 17 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 20000 m
d = 23,44 mm
d = 2,5 cm

Nel tabulato planimetrico di PE non è indicato

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 2 cm Insetto manualmente il valore del PD, che coincide con il valore presente nel tabulato di verifica cinematica
V = 250 Km/h
R = 20.000,0 m
I = 16,87 mm

Respetta pendenza normale rampa
d = 2 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale
L_{tr} ≥ 20.000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25‰ (mai quello eccezionale 2,5‰)

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Respetto d/dt massimo
I = 16,87 mm
V = 250 Km/h
d/dt ≤ 50 mm/sec

Respetto d/dt massimo
V_{tr} = 250 Km/h
d/dt ≤ 50 mm/sec

Respetta pendenza normale rampa
d = 2 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale
L_{tr} ≥ 20.000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25‰ (mai quello eccezionale 2,5‰)

L_{tr} = 23.430 m

L_{tr} ≥ 27.778 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} ≥ 27.778 m

Condizione soddisfatta - Il progetto 30 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 20.000,0 m
d = 2,5 cm
E = 16,22 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 30.000 m
V = 250 Km/h
I = 16,87 mm
d/dt₁ = 39,050 mm/sec

L₂ = 30.000 m
V = 250 Km/h
I = 16,87 mm
d/dt₂ = 39,050 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h
d = 2 cm
L₁ = 30 m
p₁ = 0,67 ‰
d/dt₁ = 46,30 mm/sec

V = 250 Km/h
d = 2 cm
L₂ = 30 m
p₂ = 0,67 ‰
d/dt₂ = 46,30 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h
L = 166,667 m
Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 209 m
Sviluppo curva circolare = 225 m
L rettilineo est = 0 m (clotoidi contigue)

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 30 m
R = 20.000,0 m
m₁ = 0,002 m
In progetto 0,002 m

L₂ = 30 m
R = 20.000,0 m
m₂ = 0,002 m
In progetto 0,002 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Respetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 250 Km/h
R = 20.000 m
L = 30.000 m
V₁ = 140 km/h
V₂ = 180 km/h
V₃ = 250 km/h
V₄ = 250 km/h

d = 20 mm
L = 30.000 m
d/dt₁ = -11 mm/sec
d/dt₂ = -7 mm/sec
d/dt₃ = 39 mm/sec
d/dt₄ = 39 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di dd/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 250 km/h
Valore limite suggerito R_s = 23875,00 m
Valore limite minimo R_m = 10937,50 m
In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livellata

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 3000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h		Linee 250 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
l	82 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,88 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	110
Treni passeggeri	110	110

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,40 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
dθ/dt	54 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

Valori limite	V _{max} /3	(*) V _{max} /1,5	(*)
Valori eccezionali	V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5	(*) NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

V ₁ ≤	l ₁ ≤	l ₂ ≤	l ₃ ≤
20 mm	122 mm	153 mm	175 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

V ₁ ≤	d/dt ₁	d/dt ₂	d/dt ₃
20 mm	18 mm/sec	24 mm/sec	31 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

V ₁ ≤	d/dt ₁	d/dt ₂	d/dt ₃
20 mm	27 mm/sec	35 mm/sec	45 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenzialmente in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P _a (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 18 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 250 Km/h
R = 20000 m
d = 23,44 mm
d = 2,5 cm

Nel tabulato parametrico di PE non è indicato

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 2 cm
V = 250 Km/h
R = 20000 m
I = 16,87 mm

Inserire manualmente il valore del PD, che coincide con il valore presente nel tabulato di verifica cinematica

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto di/dt massimo: I = 16,87 mm, d = 2 cm, V = 250 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec

Rispetto di/dt massimo: I_{tr} = 23,430 m, V_{tr} = 250 Km/h, d/dt_{tr} ≤ 50 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa: d = 2 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale I_{tr} = 20,000 m

Condizione più restrittiva: I_{tr} = 27,778 m

Condizione soddisfatta - In progetto 30 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 20000 m
d = 2,0 cm
E = 16,22 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 30,000 m, V = 250 Km/h, I = 16,87 mm, d/dt₁ = 39,050 mm/sec

L₂ = 30,000 m, V = 250 Km/h, I = 16,87 mm, d/dt₂ = 39,050 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 250 Km/h, d = 2 cm, L₁ = 30 m, p₁ = 0,67 ‰, d/dt₁ = 46,30 mm/sec

V = 250 Km/h, d = 2 cm, L₂ = 30 m, p₂ = 0,67 ‰, d/dt₂ = 46,30 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 250 Km/h, L = 166,067 m, Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 0 m (clotoidi contigue), Sviluppo curva circolare = 222 m, L rettilineo est = 4237 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 30 m, R = 20000,0 m, m₁ = 0,002 m, In progetto 0,002 m

L₂ = 30 m, R = 20000,0 m, m₂ = 0,002 m, In progetto 0,419 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: V = 250 Km/h, R = 20000 m, d = 20 mm, L = 30,000 m

V₁ = 140 km/h, I₁ = -8 mm, di/dt₁ = -11 mm/sec, d₁/d₁ = 26 mm/sec

V₂ = 150 km/h, I₂ = -5 mm, di/dt₂ = -7 mm/sec, d₂/d₂ = 30 mm/sec

V₃ = 250 km/h, I₃ = 17 mm, di/dt₃ = 39 mm/sec, d₃/d₃ = 46 mm/sec

V₄ = 250 km/h, I₄ = 17 mm, di/dt₄ = 39 mm/sec, d₄/d₄ = 46 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₀

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₀

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₂₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₀

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₃₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₀

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₄₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₀

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₅₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₀

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₆₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₀

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₇₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₀

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₈₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₀

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₁

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₂

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₃

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₄

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₅

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₆

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₇

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₈

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₉₉

Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di/d₁₀₀

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito: R₁ = 21875,00 m

Valore limite minimo: R₂ = 20937,50 m

In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livello

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h	Linee 250 < V ≤ 300 km/h			
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale		
I	92 mm	130 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h
≤ 2,5‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	≤ 1‰

Valore limite: 2,25‰, Valore eccezionale: 2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	130
Treni passeggeri	110	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h			
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	
d/dt	38 mm/sec	92 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h			
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	
d/dt	14 mm/sec	60 mm/sec	52 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h
≤ 2,5‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰

Valore limite: 2,25‰, Valore eccezionale: 2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h		
Valore limite	V _{lim} /5 (*)	V _{lim} /2,5 (*)	NOTA (*) sempre ≥ 30 m
Valori eccezionali	V _{lim} /5	V _{lim} /2,5	

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	130 mm
I ₃ ≤	150 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	92 mm/sec
d/dt ₃	50 mm/sec
d/dt ₄	75 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	14 mm/sec
d/dt ₂	60 mm/sec
d/dt ₃	52 mm/sec
d/dt ₄	60 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotache (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	25	20	15	10
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 19 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 220 Km/h
R = 2500 m
d = 145,20 mm
d = 14,5 cm

Nel tabulato parametrico di PE non è indicato

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 13 cm
V = 220 Km/h
R = 2500 m
I = 98,41 mm

Inserire manualmente il valore del PD, che coincide con il valore presente nel tabulato di verifica cinematica

Rispetto pendenza normale rampa

d = 13 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale

L_{pe} = 130.000 m

Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25‰ (mai quello eccezionale 2,5‰).

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo
I = 98,41 mm
V = 220 Km/h
d/dt ≤ 50 mm/sec

Rispetto d/dt massimo
d = 13 cm
V_{tr} = 220 Km/h
d/dt ≤ 50 mm/sec

L_{tr} = 120.284 m

L_{tr} = 158.889 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} = 158.889 m

Condizione soddisfatta - In progetto 210 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{lim} = 80 Km/h
R = 2500 m
d = 13,0 cm
E = 99,79 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 210.000 m
V = 220 Km/h
I = 98,41 mm
d/dt₁ = 28,639 mm/sec

L₂ = 210.000 m
V = 220 Km/h
I = 98,41 mm
d/dt₂ = 28,639 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 220 Km/h
d = 13 cm
L₁ = 210 m
P₁ = 0,62 ‰
d/dt₁ = 37,83 mm/sec

V = 220 Km/h
d = 13 cm
L₂ = 210 m
P₂ = 0,62 ‰
d/dt₂ = 37,83 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 220 Km/h
L = 146,667 m

Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 4237 m

Sviluppo curva circolare = 993 m

L rettilineo est = 0 m (clotoidi contigue)

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 210 m
R = 2500 m
m₁ = 0,735 m
In progetto 0,735 m

L₂ = 210 m
R = 2500 m
m₂ = 0,735 m
In progetto 0,735 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 220 Km/h
V₁ ≤ 140 km/h
V₂ ≤ 150 km/h
V₃ ≤ 245 km/h
V₄ ≤ 250 km/h

R = 2500 m
I₁ = -37 mm
I₂ = 9 mm
I₃ = 153 mm
I₄ = 165 mm

d = 130 mm
L = 210.000 m
d/dt₁ = -7 mm/sec
d/dt₂ = -2 mm/sec
d/dt₃ = 50 mm/sec
d/dt₄ = 55 mm/sec

d/dt₁ = 24 mm/sec
d/dt₂ = 28 mm/sec
d/dt₃ = 42 mm/sec
d/dt₄ = 43 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt. Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 220 km/h
R₁ = 16940,00 m

Valore limite suggerito
R₂ = 8470,00 m

Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare è presente una curva di raccordo altimetrico di raggio 22000 m che non interessa le due dotati

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h		Linee 300 < V ≤ 350 km/h	
I	a _{ce}	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
92 mm	0,6 m/sec ²	130 mm	0,65 m/sec ²	150 mm	0,98 m/sec ²
80 mm	0,52 m/sec ²	130 mm	0,65 m/sec ²	150 mm	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	120
Treni passeggeri	110	120

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
Valori limite	V _{max} /5 (*)	V _{max} /2,5 (*)	NOTA (*) sempre ≥ 30 m
Valori eccezionali	V _{max} /5	V _{max} /2,5	

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	120 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	60 mm/sec
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	34 mm/sec
d/dt ₂	37 mm/sec
d/dt ₃	40 mm/sec
d/dt ₄	25 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m.

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	25	20	15	10
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

Consorzio IricAV Due

Analisi rischio ferroviario AV/AC Verona - Padova, 1° Lotto Funzionale Verona - Bivio Vicenza

2021104SI

CHECK

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 20 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 220 Km/h
R = 2500 m
d = 145,20 mm
d = 14,5 cm

Nel tabulato parametrico di PE non è indicato

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 13 cm
V = 220 Km/h
R = 2500 m
I = 98,41 mm

Inserire manualmente il valore del PD, che coincide con il valore presente nel tabulato di verifica cinematica

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo
I = 98,41 mm
V = 220 Km/h
d/dt ≤ 50 mm/sec

Rispetto d/dt massimo
d = 13 cm
V_{tr} = 220 Km/h
d/dt ≤ 50 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa
d = 13 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale

L_{tr} = 120,284 m

L_{tr} = 158,889 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} = 158,889 m

Condizione soddisfatta - In progetto 210 m

L_{tr} = 130,000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25% (mai quello eccezionale 2,5%).

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{lim} = 80 Km/h
R = 2500 m
d = 13,0 cm
E = 99,79 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 210,000 m
V = 220 Km/h
I = 98,41 mm
d/dt₁ = 28,639 mm/sec

L₂ = 210,000 m
V = 220 Km/h
I = 98,41 mm
d/dt₂ = 28,639 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 220 Km/h
d = 13 cm
L₁ = 210 m
P₁ = 0,62 ‰
d/dt₁ = 37,83 mm/sec

V = 220 Km/h
d = 13 cm
L₂ = 210 m
P₂ = 0,62 ‰
d/dt₂ = 37,83 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 220 Km/h
L = 146,667 m
Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 0 m (clotoidi contigue)
Sviluppo curva circolare = 1598 m
L rettilineo est = 1159 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 210 m
R = 2500 m
m₁ = 0,735 m
In progetto 0,735 m

L₂ = 210 m
R = 2500 m
m₂ = 0,735 m
In progetto 0,735 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 220 Km/h
V₁ ≤ 140 km/h
V₂ ≤ 150 km/h
V₃ ≤ 245 km/h
V₄ ≤ 250 km/h

R = 2500 m
L = 210,000 m
d = 130 mm
I₁ = -37 mm
I₂ = 9 mm
I₃ = 153 mm
I₄ = 165 mm

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito R₁ = 16940,00 m
Valore limite minimo R₂ = 8470,00 m
Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare sono presenti tre curve di raccordo altimetrico di raggio rispettivamente 20000 m, 20000 m e 25000 m, che non interessano le due dotoidi

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h		Linee 300 < V ≤ 350 km/h	
I	a _{ce}	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
92 mm	0,6 m/sec ²	130 mm	0,65 m/sec ²	150 mm	0,98 m/sec ²
80 mm	0,52 m/sec ²	130 mm	0,65 m/sec ²	150 mm	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	120
Treni passeggeri	110	120

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	V _{lim} /5 (*)	V _{lim} /2,5 (*)	NOTA (*) sempre ≥ 30 m
110 m	110 m	110 m	

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	120 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	175 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	61 mm/sec
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	37 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	61 mm/sec
d/dt ₄	75 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{lim} ²	0,35 V _{lim} ²
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{lim} ²	0,175 V _{lim} ²

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	50	30	20	10	5	
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 21 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 220 Km/h
R = 2700 m
d = 134,44 mm
d = 13,5 cm

Nel tabulato parametrico di PE non è indicato

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 12 cm
V = 220 Km/h
R = 2700,0 m
I = 91,49 mm

Inserito manualmente il valore del PD, che coincide con il valore presente nel tabulato di verifica cinematica

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto di/dt massimo
I = 91,49 mm
V = 220 Km/h
di/dt ≤ 50 mm/sec
L_{tr} = 111,826 m

Rispetto pendenza normale rampa
d = 12 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale
L_{tr} = 120,000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25% (mai quello eccezionale 2,5%).

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 2700,0 m
d = 12,0 cm
E = 92,03 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 150,000 m
V = 220 Km/h
I = 91,49 mm
di/dt₁ = 37,275 mm/sec

L₂ = 150,000 m
V = 220 Km/h
I = 91,49 mm
di/dt₂ = 37,275 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 220 Km/h
d = 12 cm
L₁ = 150 m
p₁ = 0,80 ‰
dd/dt₁ = 48,89 mm/sec

V = 220 Km/h
d = 12 cm
L₂ = 150 m
p₂ = 0,80 ‰
dd/dt₂ = 48,89 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 220 Km/h
L = 146,667 m
Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 1159 m
Sviluppo curva circolare = 238 m
L rettilineo est = 724 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 150 m
R = 2700,0 m
m₁ = 0,347 m
In progetto 0,347 m

L₂ = 150 m
R = 2700,0 m
m₂ = 0,347 m
In progetto 0,347 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 220 Km/h
R = 2700 m
d = 120 mm
L = 150,000 m

V₁ ≤ 140 km/h
V₂ ≤ 152 km/h
V₃ ≤ 245 km/h
V₄ ≤ 250 km/h

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valore limite suggerito
R₁ = 16940,00 m

Valore limite minimo
R₂ = 8470,00 m

In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livello

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h	Linee 300 < V ≤ 300 km/h
I	92 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²
		0,98 m/sec ²
		0,52 m/sec ²
		0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	120
Treni passeggeri	110	120

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h
Valore limite	Valore eccezionale
di/dt	38 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²
	0,60 m/sec ²
	0,33 m/sec ²
	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 300 km/h
Valore limite	Valore eccezionale
di/dt	54 mm/sec
ω	0,036 rad/sec
	0,040 rad/sec
	0,033 rad/sec
	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite	V _{lim} /5 (*)
Valori eccezionali	V _{lim} /2,5 (*)

NOTA (*) sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	120 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

di/dt ₁	38 mm/sec
di/dt ₂	54 mm/sec
di/dt ₃	61 mm/sec
di/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

dd/dt ₁	31 mm/sec
dd/dt ₂	37 mm/sec
dd/dt ₃	44 mm/sec
dd/dt ₄	72 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	25	20	15	10
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 22 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 220 Km/h
R = 7500 m
d = 48,40 mm
d = 5,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 4 cm Inserirsi manualmente il valore di progetto
V = 220 Km/h
R = 7500,0 m
I = 36,14 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 36,14 mm d = 4 cm
Rispetto d/dt massimo: V = 220 Km/h V₁ = 220 Km/h
d/dt ≤ 50 mm/sec d/dt ≤ 50 mm/sec
L₁₀ = 44,169 m L₁₀ = 48,889 m
Condizione più restrittiva: L₁₀ = 48,889 m
Condizione soddisfatta - In progetto 50 m

Rispetto pendenza normale rampa: d = 4 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale: L₁₀ = 40,000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25‰ (mai quello eccezionale 2,5‰).

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 7500,0 m
d = 4,0 cm
E = 29,93 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 50,000 m L₂ = 50,000 m
V = 220 Km/h V = 220 Km/h
I = 36,14 mm I = 36,14 mm
d/dt₁ = 44,169 mm/sec d/dt₂ = 44,169 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 220 Km/h V = 220 Km/h
d = 4 cm d = 4 cm
L₁ = 50 m L₂ = 50 m
p₁ = 0,80 ‰ p₂ = 0,80 ‰
d/dt₁ = 48,89 mm/sec d/dt₂ = 48,89 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 220 Km/h
L = 146,667 m
Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 724 m
Sviluppo curva circolare = 161 m
L rettilineo est = 157 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 50 m L₂ = 50 m
R = 7500,0 m R = 7500,0 m
m₁ = 0,014 m m₂ = 0,014 m
In progetto 0,014 m In progetto 0,014 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: V = 220 Km/h R = 7500 m d = 40 mm L = 50,000 m
V₁ = 140 km/h I₁ = -9 mm d/dt₁ = -7 mm/sec d₁/d₁ = 31 mm/sec
V₂ = 160 km/h I₂ = 0 mm d/dt₂ = 0 mm/sec d₂/d₂ = 36 mm/sec
V₃ = 245 km/h I₃ = 54 mm d/dt₃ = 74 mm/sec d₃/d₃ = 54 mm/sec
V₄ = 250 km/h I₄ = 58 mm d/dt₄ = 81 mm/sec d₄/d₄ = 56 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 220 km/h
Valore limite suggerito: R₁ = 16940,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 8470,00 m
In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livellata

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h		Linee 300 < V < 350 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
I	92 mm	130 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	130
Treni passeggeri	110	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h		Linee 300 < V < 350 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h		Linee 300 < V < 350 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	14 mm/sec	20 mm/sec	12 mm/sec	16 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
V _{min} /5	V _{max} /2,5	NOTA (*) sempre ≥ 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	120 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	61 mm/sec
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	31 mm/sec
d/dt ₂	37 mm/sec
d/dt ₃	60 mm
d/dt ₄	75 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omoelastiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m.

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	20	10	5
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 23 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 220 Km/h
R = 7500 m
d = 46,40 mm
d = 5,0 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 4 cm Inserirsi manualmente il valore di progetto
V = 220 Km/h
R = 7500,0 m
I = 36,14 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo: I = 36,14 mm, d = 4 cm, V = 220 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 36,14 mm, d = 4 cm, V = 220 Km/h, d/dt ≤ 50 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 4 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale: L_{tr} = 40,000 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 48,880 m
Condizione soddisfatta - In progetto 50 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 7500,0 m
d = 4,0 cm
E = 29,93 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 50,000 m, L₂ = 50,000 m, V = 220 Km/h, I = 36,14 mm, d/dt₁ = 44,169 mm/sec, d/dt₂ = 44,169 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 220 Km/h, d = 4 cm, L₁ = 50 m, p₁ = 0,80 ‰, d/dt₁ = 48,89 mm/sec
V = 220 Km/h, d = 4 cm, L₂ = 50 m, p₂ = 0,80 ‰, d/dt₂ = 48,89 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 220 Km/h, L = 146,667 m, Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 157 m, Sviluppo curva circolare = 158 m, L rettilineo est = 439 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 50 m, R = 7500,0 m, m₁ = 0,014 m, In progetto 0,014 m
L₂ = 50 m, R = 7500,0 m, m₂ = 0,014 m, In progetto 0,014 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: V = 220 Km/h, R = 7500 m, d = 40 mm, L = 50,000 m
V₁ ≤ 140 km/h, I₁ = -9 mm, d/dt₁ = -7 mm/sec, d₁/d₁ = 31 mm/sec
V₂ ≤ 162 km/h, I₂ = 0 mm, d/dt₂ = 0 mm/sec, d₂/d₂ = 36 mm/sec
V₃ ≤ 245 km/h, I₃ = 54 mm, d/dt₃ = 74 mm/sec, d₃/d₃ = 54 mm/sec
V₄ ≤ 250 km/h, I₄ = 58 mm, d/dt₄ = 81 mm/sec, d₄/d₄ = 56 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d_i/d_i
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 220 km/h, Valore limite suggerito: R₁ = 16940,00 m, Valore limite minimo: R₂ = 8470,00 m
In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livello

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA		Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
I	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale	
I	92 mm	130 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	120	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	14 mm/sec	10 mm/sec	10 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
Valore limite	V _{max} /5 (*)	V _{max} /2,5 (*)	NOTA (*) sempre ≥ 30 m
Valori eccezionali	V _{max} /5	V _{max} /2,5	

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	92 mm
I ₂ ≤	120 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	38 mm/sec
d/dt ₂	52 mm/sec
d/dt ₃	61 mm/sec
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d ₁ /d ₁	31 mm/sec
d ₂ /d ₂	36 mm/sec
d ₃ /d ₃	54 mm
d ₄ /d ₄	56 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	25	20	18
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 24 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 200 Km/h
R = 3200 m
d = 93,75 mm
d = 9,5 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 9 cm
V = 200 Km/h
R = 3200 m
I = 87,48 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo: I = 57,48 mm, d = 9 cm, V = 200 Km/h, d/dt ≤ 38 mm/sec
Rispetto d/dt massimo: I = 92,593 mm, d = 9 cm, V = 200 Km/h, d/dt ≤ 54 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 9 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale: L_{tr} = 90,000 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 92,593 m
Condizione soddisfatta - In progetto 95 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 3200 m
d = 9 cm
E = 46,49 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 95,000 m, L₂ = 95,000 m, V = 200 Km/h, I = 57,48 mm, d/dt₁ = 33,613 mm/sec, d/dt₂ = 33,613 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 200 Km/h, d = 9 cm, L₁ = 95 m, p₁ = 0,95 ‰, d/dt₁ = 52,63 mm/sec
V = 200 Km/h, d = 9 cm, L₂ = 95 m, p₂ = 0,95 ‰, d/dt₂ = 52,63 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 200 Km/h, L = 65,627 m, Condizione soddisfatta
L rettilineo ovest = 439 m, Sviluppo curva circolare = 182 m, L rettilineo est = 1380 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 95 m, L₂ = 95 m, R = 3200 m, m₁ = 0,118 m, In progetto 0,118 m
L₁ = 95 m, L₂ = 95 m, R = 3200 m, m₂ = 0,118 m, In progetto 0,118 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

V = 200 Km/h, R = 3200 m, d = 90 mm, L = 95,000 m
V₁ = 140 km/h, I₁ = -18 mm, d/dt₁ = -7 mm/sec, d/dt₁ = 37 mm/sec
V₂ = 150 km/h, I₂ = 4 mm, d/dt₂ = 2 mm/sec, d/dt₂ = 42 mm/sec
V₃ = 220 km/h, I₃ = 88 mm, d/dt₃ = 57 mm/sec, d/dt₃ = 58 mm/sec
V₄ = 250 km/h, I₄ = 140 mm, d/dt₄ = 103 mm/sec, d/dt₄ = 66 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di dd/dt
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 200 km/h, Valore limite suggerito: R₁ = 14000,00 m, Valore limite minimo: R₂ = 7000,00 m
Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare è presente una curva di raccordo altimetrica di raggio 25000 m che non interessa le due dotate

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 250 km/h		Linee 300 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
I	82 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	
Treni passeggeri	130	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	50 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h	Linee 200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	50 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V < 100 km/h	200 < V < 300 km/h	
	Valori limite	Valori eccezionali
7,5 (*)	V _{lim} /2,5 (*)	V _{lim} /2,5 (*)

NOTA (*) L sempre > 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

I ₁ ≤	37 mm
I ₂ ≤	220 mm
I ₃ ≤	153 mm
I ₄ ≤	275 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	58 mm/sec
d/dt ₂	61 mm/sec
d/dt ₃	61 mm/sec
d/dt ₄	150 mm

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

d/dt ₁	37 mm/sec
d/dt ₂	37 mm/sec
d/dt ₃	66 mm
d/dt ₄	72 mm

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenzialmente in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 100 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{lim}	0,35 V _{lim}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{lim}	0,175 V _{lim}

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi connessi e di + 30 % su quelli concurri
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	25	20	18
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 25 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 150 Km/h
R = 1074 m
d = 157,12 mm
d = 16,0 cm

Sul tabulato di tracciamento geometrico indicata V = 147,73 km/h ???

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 16,0 cm
V = 150 Km/h
R = 1074,0 m
I = 87,17 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 87,17 mm, d = 16 cm, V = 150 Km/h, d/dt ≤ 38 mm/sec

Rispetto d/dt massimo: I_{tot} = 95,581 m, L_{tot} = 123,457 m

Rispetto pendenza normale rampa: d = 16 cm, p ≤ 2,25 ‰, Valore normale: L_{tot} = 71,111 m

Condizione più restrittiva: L_{tot} = 123,457 m
Condizione soddisfatta - In progetto 128 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 1074,0 m
d = 16,0 cm
E = 85,68 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 128,000 m, L₂ = 128,000 m
V = 150 Km/h, V = 150 Km/h
I = 87,17 mm, I = 87,17 mm
d/dt₁ = 28,376 mm/sec, d/dt₂ = 28,376 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 150 Km/h, V = 150 Km/h
d = 16 cm, d = 16 cm
L₁ = 128 m, L₂ = 128 m
p₁ = 1,25 ‰, p₂ = 1,25 ‰
d/dt₁ = 52,08 mm/sec, d/dt₂ = 52,08 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 150 Km/h
L = 20,000 m
Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 1380 m
Sviluppo curva circolare = 602 m
L rettilineo est = 476 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 128 m, L₂ = 128 m
R = 1074,0 m, R = 1074,0 m
m₁ = 0,636 m, m₂ = 0,636 m
In progetto 0,636 m, In progetto 0,636 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: d = 160 mm, L = 128,000 m

V	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
150 Km/h	142 Km/h	140 Km/h	138 Km/h	135 Km/h	132 Km/h
	I ₁ = 35 mm	I ₂ = 221 mm	I ₃ = 139 mm	I ₄ = 258 mm	I ₅ = 258 mm
	d/dt ₁ = 17 mm/sec	d/dt ₂ = 42 mm/sec	d/dt ₃ = 50 mm/sec	d/dt ₄ = 109 mm/sec	d/dt ₅ = 68 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di dd/dt
Valori negativi in presenza di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 150 km/h
Valore limite suggerito: R₁ = 7875,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 3937,50 m
Condizione soddisfatta, in corrispondenza della curva circolare è presente una curva di raccordo altimetrico di raggio 100000 m che non interessa le due cotioli

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

Linee	Linee 200 < V < 250 km/h		Linee 300 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
I	82 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	130	
Treni passeggeri	130	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

	Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

	Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	50 mm/sec	50 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V < 75 km/h	V < 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰	2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

	V < 100 km/h		200 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
L	7,5 m	10 m	12,5 m	15 m
V _{min}	5	7,5	7,5	10

NOTA (*) L sempre > 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

V ₁ < V ₂	d/dt	dB/dt
142	37 mm/sec	58 mm/sec
140	220 mm/sec	64 mm/sec
138	153 mm/sec	61 mm/sec
135	275 mm/sec	150 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt	dB/dt
58 mm/sec	58 mm/sec
64 mm/sec	61 mm/sec
61 mm/sec	60 mm/sec
150 mm/sec	75 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO

dB/dt	dB/dt
58 mm/sec	58 mm/sec
64 mm/sec	61 mm/sec
61 mm/sec	60 mm/sec
75 mm/sec	75 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 100 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi connessi e di + 30 % su quelli concurvi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	500	300	200	150	100	75	50	30	25	20	15	10
P _a (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

Consorzio IricAV Due

Analisi rischio ferroviario AV/AC Verona - Padova, 1° Lotto Funzionale Verona - Bivio Vicenza

2021104SI

CHECK

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 26 - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 150 Km/h
R = 12000 m
d = 14,06 mm
d = 1,0 cm

Nel tabulato planimetrico di PE non è indicato

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 1,0 cm
V = 150 Km/h
R = 12000,0 m
I = 12,12 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 12,12 mm
Rispetto d/dt massimo: d = 1 cm
V = 150 Km/h
d/dt ≤ 38 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa: V_r = 150 Km/h
d/dt ≤ 54 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa: d = 1 cm

p ≤ 1 ‰
Valore normale: L₀ = 10,000 m

L₀₁ = 13,291 m
L₀₂ = 7,716 m

Condizione più restrittiva: L₀₁ = 13,291 m
Condizione soddisfatta - in progetto 15 m

Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25% (mai quello eccezionale 2,5%)

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 12000,0 m
d = 1,0 cm
E = 3,71 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 15,000 m
V = 150 Km/h
I = 12,12 mm
d/dt₁ = 33,671 mm/sec

L₂ = 15,000 m
V = 150 Km/h
I = 12,12 mm
d/dt₂ = 33,671 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 150 Km/h
d = 1 cm
L₁ = 15 m
p₁ = 0,67 ‰
d/dt₁ = 27,78 mm/sec

V = 150 Km/h
d = 1 cm
L₂ = 15 m
p₂ = 0,67 ‰
d/dt₂ = 27,78 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 150 Km/h
L = 50,000 m
Condizione soddisfatta

Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 478 m
Sviluppo curva circolare = 68 m
L rettilineo est = 1578 m (fine intervento)

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 15 m
R = 12000,0 m
m₁ = 0,001 m
In progetto 0,001 m

L₂ = 15 m
R = 12000,0 m
m₂ = 0,001 m
In progetto 0,001 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: V = 150 Km/h
R = 12000 m
V₁ = 140 km/h
V₂ = 160 km/h
V₃ = 165 km/h
V₄ = 195 km/h

d = 10 mm
L = 15,000 m
d/dt₁ = 24 mm/sec
d/dt₂ = 45 mm/sec
d/dt₃ = 51 mm/sec
d/dt₄ = 99 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di dd/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 150 km/h
Valore limite suggerito: R₁ = 7875,00 m
Valore limite minimo: R₂ = 3937,50 m
In corrispondenza alla curva non sono presenti cambi di livelletta

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

(p.m.) Su questa curva non è necessaria la compensazione della pendenza perché il raggio è maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In assunto i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE	ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA			
	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h	Linee 250 < V ≤ 300 km/h	Linee 300 < V ≤ 350 km/h
I	30 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 130 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	130
Treni passeggeri	110	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	92 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLO

	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	64 mm/sec	60 mm/sec	50 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 130 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

Valori limite	V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
	V _{max} /3 (*)	V _{max} /1,5 (†)	V _{max} /3 (*)	V _{max} /1,5 (†)
Valori eccezionali	V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5	(*) V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5

NOTA (*) L sempre > 30 m

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

L ₁ ≤	d/dt ₁
122 mm	18 mm/sec
153 mm	24 mm/sec
175 mm	30 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO

d/dt ₁	d/dt ₂
18 mm/sec	24 mm/sec
24 mm/sec	30 mm/sec
30 mm/sec	36 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPACCORDO ALTIMETRICO

d/dt ₁	d/dt ₂
27 mm/sec	33 mm/sec
33 mm/sec	39 mm/sec
39 mm/sec	45 mm/sec

Nota - Le velocità di rango vengono definite potenziali in quanto calcolate in base ai parametri geometrici e cinematici, senza però tener conto dell'estensione minima ammessa per le tratte omotatiche (2000 m) e del valore massimo dei salti di velocità in diminuzione (60 km/h)

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,35 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max}	0,175 V ² _{max}

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi convessi e di + 30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 3000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P _a (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,30	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' PLANOALTIMETRICA

Raggio della curva verticale di raccordo altimetrico in funzione della velocità

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,35 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max} (b)	0,175 V ² _{ma} (a)

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi convessi e di + 30 % su quelli concavi
 (b) senza scendere sotto 2000 m

Raggio della curva verticale di raccordo altimetrico in funzione dei livelli di velocità presenti in progetto

	Valori limite suggeriti per R	Valori limite minimi per R
V ₁ = 115 km/h	R ₁ = 4628,75 m	R ₁ = 3306,25 m
V ₂ = 130 km/h	R ₂ = 5915,00 m	R ₂ = 4225,00 m
V ₃ = 160 km/h	R ₃ = 8960,00 m	R ₃ = 6400,00 m
V ₄ = 210 km/h	R ₄ = 15435,00 m	R ₄ = 7717,50 m
V ₅ = 250 km/h	R ₅ = 21875,00 m	R ₅ = 10937,50 m

Livellette contigue - Lo sviluppo della curva di raccordo altimetrico deve possibilmente essere non inferiore a 20 m se:
 |p2| - |p1| > 2 ‰ per V ≤ 200 km/h
 |p2| - |p1| > 1 ‰ per V > 200 km/h

Le curve di raccordo altimetrico devono essere completamente esterne alle curve di transizione planimetriche

Lunghezze minime delle singole livellette al netto dei raccordi altimetrici in funzione della velocità

Valore limite (m)	Valore eccez. (m)
V _{max} / 1,8	30

Lunghezze minime delle singole livellette al netto dei raccordi altimetrici in funzione dei livelli di velocità presenti in progetto

V ₁ = 115 km/h	L ₁ = 38,33 m
V ₂ = 130 km/h	L ₂ = 43,33 m
V ₃ = 160 km/h	L ₃ = 53,33 m
V ₄ = 210 km/h	L ₄ = 70,00 m
V ₅ = 250 km/h	L ₅ = 83,33 m

Nel caso in esame (traffico misto) le livellette devono avere una pendenza non superiore al 12 ‰
 (p.m. 1,2 ‰ in presenza di stazioni e impianti, 10 ‰ in presenza di fermate)

L'intero progetto rispetta i requisiti planoaltimetrici di cui sopra

4.2 Variante 1 Linea Storica

POLICENTRICA C1-C2 BINARIO PARI - VARIANTE 1 LS

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 1

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 125 Km/h
 R_c = 900,61 m
 d_s = 130,12 cm
 d_s = 13,0 cm
 In progetto 12 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d_s = 12,0 cm Inserimento manuale
 V = 125 Km/h
 R_c = 900,6 m
 l_s = 84,69 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DELLA CURVA DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
 Rispetto Δd/dt massimo Rispetto Δd/dt massimo Rispetto pendenza normale rampa
 l_s = 84,69 mm d_s = 12 cm d_s = 12 cm
 V = 125 Km/h V = 125 Km/h p ≤ 2,25 ‰
 d_s/dt ≤ 38 mm/sec d_s/dt ≤ 54 mm/sec Valore limite p raccomandato
 L = 77,387 m L = 77,180 m L = 53,3333 m
 Condizione più restrittiva: L ≥ 77,387 m
 La clotoid è esterna all'intervento. Lunghezza non segnalata

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
 R_c = 900,6 m
 d_s = 12,0 cm
 E₁ = 36,15 mm

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 2

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 125 Km/h
 R_c = 790 m
 d_s = 148,34 mm
 d_s = 15,0 cm
 In progetto 16 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d_s = 16,0 cm Inserimento manuale
 V = 125 Km/h
 R_c = 790,0 m
 l_s = 73,35 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DELLA CURVA DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
 Rispetto Δd/dt massimo Rispetto Δd/dt massimo Rispetto pendenza normale rampa
 l_s = 73,35 mm d_s = 16 cm d_s = 16 cm
 V = 125 Km/h V = 125 Km/h p ≤ 1 ‰
 d_s/dt ≤ 38 mm/sec d_s/dt ≤ 54 mm/sec Valore p normale
 L = 67,021 m L = 102,881 m L = 160 m
 Condizione più restrittiva: L_{tot} ≥ 160,000 m
 Condizione soddisfatta - In progetto 160 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
 R_c = 790,0 m
 d_s = 16,0 cm
 E₂ = 64,41 mm

CALCOLO DEI RAPPORTI DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

RP esterno ovest

L₁ = 40 m
 V = 125 Km/h
 l_s = 84,69 mm
 d_s/dt ≤ 4,0181 mm/sec
 La clotoid è esterna all'intervento. Lunghezza non segnalata

RP intermedio

L₁ = 40 m
 V = 125 Km/h
 Δl = 11,34 cm
 d_s/dt ≤ 9,84 mm/sec

RP esterno est

L₂ = 160,000 m
 V = 125 Km/h
 l_s = 73,35 mm
 d_s/dt ≤ 15,918 mm/sec

CALCOLO DELLA PENDENZA DELLE RAMPE E DEI RAPPORTI DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

RP esterno ovest

V = 125 Km/h
 d_s = 12,0 cm
 L₁ = 0 m
 p = 4,0181 ‰
 d_s/dt ≤ 4,0181 mm/sec
 La clotoid è esterna all'intervento. Lunghezza non segnalata

RP intermedio

V = 125,00 km/h
 Δd_s = 4,00 cm
 L₁ = 40 m
 p = 1,00 ‰
 d_s/dt ≤ 34,72 mm/sec

RP esterno est

V = 125 Km/h
 d_s = 16 cm
 L₂ = 160 m
 p = 1,00 ‰
 d_s/dt ≤ 34,72 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 125 Km/h
 L = 41,667 m Condizione soddisfatta - In progetto: Sviluppo curva circolare ovest = 167 m
 Sviluppo curva circolare est = 292 m
 L rettilineo est = 220 m

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 125 km/h
 Valori limite suggeriti Valori limite minimi
 R = 2469 m R = 2734,38 m
 Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Pendenza compensata molto inferiore al 12 ‰

(continua)

(prosegue)

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

	Linee $V \leq 200$ km/h	Linee $200 < V \leq 250$ km/h		Linee $250 < V \leq 300$ km/h	
		Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
l	92 mm	100 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a_{nc}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

$V \leq 75$ km/h	$V \leq 100$ km/h	$V > 100$ km/h
$\leq 2\text{‰}$	$\leq 1,5\text{‰}$	$\leq 1\text{‰}$

Valore limite	Valore eccezionale
2,25 ‰	2,5 ‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci		110
Treni passeggeri		110

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLPO

	Linee $V \leq 200$ km/h		Linee $200 < V \leq 300$ km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
dl/dt	38 mm/sec	92 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ³	0,60 m/sec ³	0,33 m/sec ³	0,49 m/sec ³

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

	Linee $V \leq 200$ km/h		Linee $200 < V \leq 300$ km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
dD/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	50 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

$V \leq 75$ km/h	$V \leq 100$ km/h	$V > 100$ km/h
$\leq 2\text{‰}$	$\leq 1,5\text{‰}$	$\leq 1\text{‰}$

Valore limite	Valore eccezionale
2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

	$V \leq 200$ km/h		$200 < V \leq 300$ km/h	
	Valori limite	$V_{max}/3$ (*)	$V_{max}/1,5$ (*)	$V_{max}/2,5$ (*)
Valori eccez.	$V_{max}/5$	(*)	$V_{max}/2,5$	(*)

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

LINEE (Velocità)	$V \leq 200$ km/h	$200 < V \leq 300$ km/h
Valori limite suggeriti (m)	$0,35 V_{max}^2$	$0,35 V_{max}^2$
Valori limite minimi (m)	$0,25 V_{max}^2$ (b)	$0,175 V_{max}^2$ (a)

(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P_a (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 3 - VARIANTE 1 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 125 Km/h
R = 2182 m
d = 5371 mm
d₁ = 50 mm
h_{progetto} = 8 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 6 cm
V = 125 Km/h
R = 2182 m
I = 24,49 ‰

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza delle curve di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo: I = 24,49 ‰, d = 6 cm, d₁ = 50 mm, d/dt s = 38 mm/sec, L₁₀ ≥ 22,374 m
Rispetto d/dt massimo: V₁ = 125 Km/h, V₂ = 125 Km/h, I = 24,49 ‰, d₁ = 54 mm/sec, L₁₀ ≥ 38,580 m
Rispetto pendenza normale rampa: d = 6 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale, L₁₀ ≥ 60,000 m
Condizione più restrittiva: L₁₀ ≥ 60,000 m
Condizione soddisfatta - In progetto 60,158 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 2182,0 m
d = 6,0 cm
E = 25,39 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 60,158 m
V = 125 Km/h
I = 24,49 ‰
d₁/d_t = 14,133 mm/sec

L₂ = 60,158 m
V = 125 Km/h
I = 24,49 ‰
d₁/d_t = 14,133 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 125 Km/h
d = 6 cm
L = 60,158 m
p₁ = 1,00 ‰
d₁/d_t = 34,63 mm/sec

V = 125 Km/h
d = 6 cm
L = 60,158 m
p₂ = 1,00 ‰
d₁/d_t = 34,63 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 125 Km/h
L₁ = 41,667 m
Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 74,091 m
Sviluppo curva circolare = 220,438 m
L rettilineo ovest = 44,337 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 60,158 m
L₂ = 60,158 m
R = 2182,0 m
m₁ = 0,069 m
m₂ = 0,069 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Respetto valore limite insufficienza di sopraelevazione: V = 125 Km/h, R = 2182 m, L = 60,158 m
V₁ ≤ 125 km/h, l₁ = 24 mm, d₁/d_t = 14 mm/sec, d₁/d₁ = 35 mm/sec
V₂ ≤ 135 km/h, l₂ = 39 mm, d₁/d₂ = 24 mm/sec, d₁/d₂ = 37 mm/sec
V₃ ≤ 140 km/h, l₃ = 46 mm, d₁/d₃ = 30 mm/sec, d₁/d₃ = 39 mm/sec
V₄ ≤ 165 km/h, l₄ = 87 mm, d₁/d₄ = 66 mm/sec, d₁/d₄ = 46 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d₁/d_t e di d₁/d₁
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 125 km/h
Valori limite suggeriti: R = 5468,75 m
Valori limite minimi: R = 2734,38 m
p.m. Non sono presenti cambi di livellata

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché la curva ha raggio maggiore di 3000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

I	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccez.
l	20 mm	100 mm	80 mm	130 mm
a _{ca}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,38 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V = 100 km/h	V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 125 km/h	V > 125 km/h
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	0 ‰	2‰ < p < 2,25 ‰	≤ 1,24 ‰	≤ 1,50 ‰	≤ 1,25 ‰

PENDENZE LIMITE RACCOMANDATE

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 125 km/h
≤ 1,24 ‰	≤ 1,50 ‰	≤ 1,25 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treno	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treno merci	110	130
Treno passeggeri	110	130

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

cc	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d ₁ /d _t	33 mm/sec	50 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,60 m/sec ²	0,33 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

u	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
u/d ₁	54 mm/sec	60 mm/sec	50 mm/sec	60 mm/sec
u	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V = 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	0 ‰	2,25 ‰	2,25 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

Valori limite	V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
	V _{lim} / 3	(*) V _{lim} / 3,5	(*) V _{lim} / 3	(*) V _{lim} / 3,5
Valori eccez.	V _{lim} / 5	(*) V _{lim} / 2,5	(*) V _{lim} / 5	(*) V _{lim} / 2,5

NOTA (*) sempre ≥ 30 m

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO	RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
	l ₁ ≤	d ₁ /d ₁	d ₁ /d ₁	d ₁ /d ₁
l ₁ ≤ 93 mm	10 mm/sec	d ₁ /d ₁ ≤ 34 mm/sec	d ₁ /d ₁ ≤ 34 mm/sec	d ₁ /d ₁ ≤ 34 mm/sec
l ₂ ≤ 122 mm	14 mm/sec	d ₁ /d ₂ ≤ 37 mm/sec	d ₁ /d ₂ ≤ 37 mm/sec	d ₁ /d ₂ ≤ 37 mm/sec
l ₃ ≤ 159 mm	19 mm/sec	d ₁ /d ₃ ≤ 39 mm/sec	d ₁ /d ₃ ≤ 39 mm/sec	d ₁ /d ₃ ≤ 39 mm/sec
l ₄ ≤ 275 mm	46 mm/sec	d ₁ /d ₄ ≤ 46 mm/sec	d ₁ /d ₄ ≤ 46 mm/sec	d ₁ /d ₄ ≤ 46 mm/sec

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{lim} ²	0,35 V _{lim} ²
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{lim} ²	0,25 V _{lim} ²

ra) con una tolleranza di ± 10 ‰ sui raccordi convessi e di + 30 ‰ su quelli concavi
bb) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLATA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 4 - VARIANTI 1 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 125 Km/h
R = 2700 m
d = 43,40 mm
d = 4,0 cm
In progetto 4 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 4,0 cm
V = 125 Km/h
R = 2700,0 m
I = 28,28 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: I = 28,28 mm, d = 4 cm, V = 125 Km/h, V₁ = 125 Km/h, d/dt ≤ 38 mm/sec, d/dt ≤ 54 mm/sec, L₁ = 25,838 m, L₂ = 25,720 m
Rispetto pendenza normale rampa: d = 4 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale L₃ = 40,000 m
Condizione più restrittiva: L_{tot} = 40,000 m
ok - Condizione soddisfatta - In progetto 40 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 2700,0 m
d = 4,0 cm
E = 12,03 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 60,158 m, V = 125 Km/h, I = 28,28 mm, d/dt = 16,321 mm/sec
L₂ = 60,158 m, V = 125 Km/h, I = 28,28 mm, d/dt = 16,321 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 125 Km/h, d = 4 cm, L₁ = 60,158 m, p₁ = 0,66 ‰, d/dt = 23,09 mm/sec
V = 125 Km/h, d = 4 cm, L₂ = 60,158 m, p₂ = 0,66 ‰, d/dt = 23,09 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 125 Km/h, L = 41,667 m, Condizione soddisfatta - In progetto: L rettilineo ovest = 44,337 m, Sviluppo curva circolare = 120,028 m, L rettilineo est = 696,034 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 60,158 m, L₂ = 60,158 m, R = 2700,0 m, m₁ = 0,056 m, m₂ = 0,056 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: V = 125 Km/h, R = 2700 m, L = 60,158 m
V₁ = 125 Km/h, l₁ = 28 mm, d/dt₁ = 16 mm/sec, d/dt₁ = 23 mm/sec
V₂ = 135 Km/h, l₂ = 40 mm, d/dt₂ = 25 mm/sec, d/dt₂ = 25 mm/sec
V₃ = 140 Km/h, l₃ = 46 mm, d/dt₃ = 30 mm/sec, d/dt₃ = 26 mm/sec
V₄ = 165 Km/h, l₄ = 79 mm, d/dt₄ = 60 mm/sec, d/dt₄ = 30 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 125 km/h, Valori limite suggeriti: R = 548,75 m, Valori limite minimi: R = 2734,36 m
Condizione soddisfatta, è presente una curva di raccordo altimetrico di raggio 6000 m che non interessa le due dottoili

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché la curva ha raggio maggiore di 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA		Linee 250 < V < 300 km/h	
V < 200 km/h	200 < V < 250 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
I	30 mm	100 mm	150 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,6 m/sec ²	0,8 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
p ≤ 2‰	p ≤ 1,5 ‰	p ≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	110	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCELLO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	50 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,40 m/sec ²	0,48 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
p ≤ 2‰	p ≤ 1,5 ‰	p ≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V < 200 km/h		200 < V < 300 km/h	
Valori limite	V _{max} /3 (*)	V _{max} /3,5 (*)	(*) NOTA (*) L sempre ≥ 30 m
Valori eccez.	V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5	(*)

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h	d/dt	d/dt	d/dt	d/dt
l ₁ ≤ 52 mm	l ₁ ≤ 52 mm	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec
l ₂ ≤ 122 mm	l ₂ ≤ 122 mm	54 mm/sec	54 mm/sec	54 mm/sec	54 mm/sec
l ₃ ≤ 153 mm	l ₃ ≤ 153 mm	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
l ₄ ≤ 275 mm	l ₄ ≤ 275 mm	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	(a) 0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di ± 10 % sui raccordi convegni e di ± 30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' PLANOALTIMETRICA

Raggio della curva verticale di raccordo altimetrico in funzione della velocità

LINEE (Velocità)	$V \leq 200$ km/h	$200 < V \leq 300$ km/h
Valori limite suggeriti (m)	$0,35 V_{\max}^2$	$0,35 V_{\max}^2$
Valori limite minimi (m)	$0,25 V_{\max}^2$ (b)	$0,175 V_{\max}^2$ (a)
(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi convessi e di + 30 % su quelli concavi		
(b) senza scendere sotto 2000 m		

Raggio della curva verticale di raccordo altimetrico in funzione dei livelli di velocità presenti in progetto

V= 125 km/h	Valori limite suggeriti per R $R_1 = 5468,75$ m	Valori limite minimi per R $R_1 = 3906,25$ m
-------------	--	---

Livellette contigue - Lo sviluppo della curva di raccordo altimetrico deve possibilmente essere non inferiore a 20 m se:

$$|p2| - |p1| > 2\text{‰} \quad \text{per } V \leq 200 \text{ km/h}$$

$$|p2| - |p1| > 1\text{‰} \quad \text{per } V > 200 \text{ km/h}$$

Le curve di raccordo altimetrico devono essere completamente esterne alle curve di transizione planimetriche

Lunghezze minime delle singole livellette al netto dei raccordi altimetrici in funzione della velocità

Valore limite (m)	Valore eccez. (m)
$V_{\max} / 1,8$	30

Lunghezze minime delle singole livellette al netto dei raccordi altimetrici in funzione dei livelli di velocità presenti in progetto

V= 125 km/h	$L_1 = 41,67$ m
-------------	-----------------

Nel caso in esame (traffico misto) le livellette devono avere una pendenza non superiore al 12 ‰

(p.m. 1,2 ‰ in presenza di stazioni e impianti, 10 ‰ in presenza di fermate)

L'intero progetto rispetta i requisiti planoaltimetrici di cui sopra

4.3 Variante 2 Linea Storica

POLICENTRICA C1-C2 BINARIO PARI - VARIANTE 2 LS

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 1

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R₁ = 964 m
d₁ = 152,49 mm
d₂ = 16,0 cm
In progetto 16 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d₁ = 16,0 cm Inserimento manuale
V = 140 Km/h
R₁ = 964,0 m
l₁ = 79,88 mm

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 2

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R₂ = 2500 m
d₂ = 58,80 mm
d₃ = 6,0 cm
In progetto 6 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d₃ = 6,0 cm
V = 140 Km/h
R₂ = 2.500,0 m
l₂ = 32,60 mm
In progetto 32,50 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DELLA CURVA DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto Δd/dt massimo Rispetto Δd/dt massimo Rispetto pendenza normale rampa
l₁ = 79,88 mm d₁ = 16 cm d₁ = 16 cm
V = 140 Km/h V = 140 Km/h p ≤ 2,25 ‰
Δd/dt ≤ 38 mm/sec Δd/dt ≤ 54 mm/sec Valore limite p raccomandato

L ≥ 81,750 m L ≥ 115,226 m L ≥ 71,1111 m

Condizione più restrittiva: L ≥ 115,226 m

La ciotole è esterna all'intervento. Lunghezza non segnalata

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Nella Relazione di Tracciamento è stata erroneamente prescritta la velocità minima di 60 km/h anziché 80 per il calcolo dell'eccesso di sopraelevazione

V_{max} = 80 Km/h
R₁ = 964,0 m
d₁ = 16,0 cm
E₁ = 81,66 mm
In progetto 81,66 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DELLA CURVA DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto Δd/dt massimo Rispetto Δd/dt massimo Rispetto pendenza normale rampa
l₁ = 32,50 mm d₂ = 6 cm d₂ = 6 cm
V = 140 Km/h V₁ = 140 Km/h p ≤ 1 ‰
Δd/dt ≤ 38 mm/sec Δd/dt ≤ 54 mm/sec Valore p normale

L ≥ 33,255 m L ≥ 43,210 m L ≥ 60 m

Condizione più restrittiva: L ≥ 60,000 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R₂ = 2.500,0 m
d₂ = 6,0 cm
E₂ = 29,79 mm
In progetto 29,79 mm

CALCOLO DEI RAPPORTI DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

RP esterno ovest

L₁ = N/A m
V = 140 Km/h
l₁ = 79,88 mm
Δl₁/Δt = #VALORE! mm/sec

La ciotole è esterna all'intervento. Lunghezza non segnalata

RP intermedio

L₁ = 100 m
V = 140 Km/h
Δl = 47,38 cm
Δl₁/Δt = 18,43 mm/sec

In progetto non riportato

RP esterno est

L₁ = 100,000 m
V = 140 Km/h
l₁ = 32,50 mm
Δl₁/Δt = 12,638 mm/sec

In progetto 12,64 mm/sec

CALCOLO DELLA PENDENZA DELLE RAMPE E DEI RAPPORTI DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

RP esterno ovest

V = 140 Km/h
d₁ = 16,0 cm
L₁ = N/A m
p₁ = #VALORE! ‰
Δd₁/Δt = #VALORE! mm/sec

La ciotole è esterna all'intervento. Lunghezza non segnalata

RP intermedio

V = 140,00 km/h
Δd₁ = 10,00 cm
L₁ = 100 m
p₁ = 1,00 ‰ In progetto non riportato
Δd₁/Δt = 38,89 mm/sec In progetto non riportato

RP esterno est

V = 140 Km/h
d₂ = 6 cm
L₁ = 100 m
p₂ = 0,60 ‰ In progetto 0,60 ‰
Δd₂/Δt = 23,33 mm/sec In progetto 22,570 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h
L ≥ 46,667 m
L rettilineo ovest = m
L rettilineo est = m

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 140 km/h
Valori limite suggeriti: R₁ = 3862,00 m
Valori limite minimi: R₂ = 3430,00 m
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Sulla prima curva la pendenza compensata è inferiore al 12%, sulla seconda curva non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio è superiore a 2000 m

(continua)

(prosegue)

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h		Linee 250 < V ≤ 300 km/h	
		Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
l	92 mm	100 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a_{nc}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰

Valore limite	Valore eccezionale
2,25 ‰	2,5 ‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci		110
Treni passeggeri		110

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLPO

	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
dl/dt	38 mm/sec	92 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ³	0,60 m/sec ³	0,33 m/sec ³	0,49 m/sec ³

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
dD/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	50 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰

Valore limite	Valore eccezionale
2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

	V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
	Valori limite	V _{max} / 3 (*)	V _{max} / 1,5 (*)	V _{max} / 2,5 (*)
Valori eccez.	V _{max} / 5	(*)	(*)	(*)

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V ² _{max}	0,35 V ² _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V ² _{max} (b)	0,175 V ² _{max} (a)

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi convessi e di + 30 % su quelli concavi
 (b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P _s (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

POLICENTRICA C3-C4 BINARIO PARI - VARIANTE 2 LS

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 3

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

V = 140 Km/h
 R_c = 1500 m
 d_s = 98,00 mm
 d_o = 10,0 cm
 In progetto 8 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d_s = 8,0 cm Inserimento manuale
 V = 140 Km/h
 R_c = 1.500,0 m
 l_t = 74,16 mm
 In progetto 74,2 mm

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
 R_c = 2500 m
 d_s = 58,80 mm
 d_o = 6,0 cm
 In progetto 6 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d_s = 6,0 cm
 V = 140 Km/h
 R_c = 2.500,0 m
 l_t = 32,50 mm
 In progetto 32,50 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DELLA CURVA DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dai maggiori dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto Δd/Δt massimo	Rispetto Δd/Δt massimo	Rispetto pendenza normale rampa
l _t = 74,16 mm	d _s = 8 cm	d _s = 8 cm
V = 140 Km/h	V = 140 Km/h	p ≤ 1 ‰
Δd/Δt ≤ 38 mm/sec	Δd/Δt ≤ 54 mm/sec	Valore limite p raccomandato

L_t = 75,899 m L_t = 57,813 m L_t = 80 m

Condizione più restrittiva: L_t = 80,000 m
 Condizione soddisfatta, in tabulato di progetto 130 m.

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DELLA CURVA DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dai maggiori dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto Δd/Δt massimo	Rispetto Δd/Δt massimo	Rispetto pendenza normale rampa
l _t = 32,50 mm	d _s = 6 cm	d _s = 6 cm
V = 140 Km/h	V ₂ = 140 Km/h	p ≤ 1 ‰
Δd/Δt ≤ 38 mm/sec	Δd/Δt ≤ 54 mm/sec	Valore p normale

L_t = 33,258 m L_t = 43,210 m L_t = 60 m

Condizione più restrittiva: L_t = 60,000 m
 Condizione soddisfatta - In progetto 75 m

CALCOLO DELL'ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
 R_c = 1.500,0 m
 d_s = 8,0 cm
 E_s = 29,65 mm
 In progetto 29,65 mm

CALCOLO DELL'ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
 R_c = 2.500,0 m
 d_s = 6,0 cm
 E_s = 29,79 mm
 In progetto 29,79 mm

RP esterno ovest

V = 140 Km/h
 L_t = 130 m
 l_t = 74,16 mm
 Δd/Δt = 22,188 mm/sec
 In progetto 22,19 mm/sec

CALCOLO DEI RAPPORTI DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

RP Intermedio

L_t = 75 m
 V = 140 Km/h
 Δd = 41,67 cm
 Δd/Δt = 21,60 mm/sec
 In progetto non riportato

RP esterno est

L_t = 25,000 m
 V = 140 Km/h
 l_t = 32,50 mm
 Δd/Δt = 16,851 mm/sec
 In progetto 25,29 mm/sec ???

RP esterno ovest

V = 140 Km/h
 d_s = 8,0 cm
 L_t = 130 m
 p = 0,62 ‰
 Δd/Δt = 23,93 mm/sec
 In progetto 23,93 mm/sec

CALCOLO DELLA PENDENZA DELLE RAMPE E DEI RAPPORTI DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

RP Intermedio

V = 140,00 km/h
 Δd = 2,00 cm
 L_t = 75 m
 p = 0,27 ‰ In progetto non riportato
 Δd/Δt = 10,37 mm/sec In progetto non riportato

RP esterno est

V = 140 Km/h
 d_s = 6 cm
 L_t = 75 m In progetto 0,60 ‰
 p = 0,80 ‰
 Δd/Δt = 31,11 mm/sec
 In progetto 46,67 mm/sec ???

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h
 L_t = 46,667 m Condizione soddisfatta - In progetto: Sviluppo curva circolare ovest = m
 L rettilineo ovest = m
 Sviluppo curva circolare est = m
 L rettilineo est = m

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 140 km/h
 Valori limite suggeriti: R_l = 6800 m Valori limite minimi: R_l = 3400,00 m
 Condizione soddisfatta.

Sul viadotto Alpone sono presenti due curve verticali di raccordo altimetrico entrambe di raggio 21900 m, che soddisfa il valore limite suggerito E' confermata la compatibilità pianoaltimetrica, entrambe le curve ricadono sulla curva circolare senza interessare le dotoidi

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio della curva è superiore a 1000 m

(continua)

(prosegue)

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

	Linee V ≤ 200 km/h	Linee 200 < V ≤ 250 km/h		Linee 250 < V ≤ 300 km/h	
		Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
l	92 mm	100 mm	150 mm	80 mm	130 mm
a_{nc}	0,6 m/sec ²	0,65 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²	0,85 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰

Valore limite	Valore eccezionale
2,25‰	2,5‰

Per i rimanenti parametri fare riferimento alle tabelle sottostanti

ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci		110
Treni passeggeri		110

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLPO

	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
di/dt	38 mm/sec	92 mm/sec	50 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ³	0,60 m/sec ³	0,33 m/sec ³	0,49 m/sec ³

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

	Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V ≤ 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
dD/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	50 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h
≤ 2‰	≤ 1,5‰	≤ 1‰

Valore limite	Valore eccezionale
2,25‰	2,5‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

Valori limite	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h	
	V _{max} /3	(*) V _{max} /1,5	(*)
Valori eccez.	V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5	(*)

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max} ²	0,35 V _{max} ²
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max} ²	(b) 0,175 V _{max} ² (a)

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi convessi e di + 30 % su quelli concavi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P _a (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLE CURVE 5 - 6 - 7 - 8 - VARIANTE 2 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R = 5000 m
d = 29,40 mm
d = 3,0 cm
In progetto 3 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 3,0 cm
V = 140 Km/h
R = 5000,0 m
I = 16,25 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo
I = 16,25 mm d = 3 cm
V = 140 Km/h V_{tr} = 140 Km/h
d/dt ≤ 38 mm/sec d/dt ≤ 54 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa
d = 3 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale
L_{tr} = 30,000 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} = 30,000 m
Condizione soddisfatta - In progetto 30 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

	V < 200 km/h	200 < V < 250 km/h	Linee 250 < V < 300 km/h
l	80 mm	100 mm	150 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,6 m/sec ²	0,8 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 5000,0 m
d = 3,0 cm
E = 14,90 mm

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	110	

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L_{tr} = 30,000 m
V = 140 Km/h
I = 16,25 mm
d_{tr}/dt = 21,064 mm/sec

V = 140 Km/h
I = 16,25 mm
d_{tr}/dt = 21,064 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCELLO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d _{tr} /dt	38 mm/sec	52 mm/sec	50 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,40 m/sec ²	0,48 m/sec ²

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 140 Km/h
d = 3 cm
L_{tr} = 30 m
p_{tr} = 1,00 ‰
d_{tr}/dt = 38,89 mm/sec

V = 140 Km/h
d = 3 cm
L_{tr} = 30 m
p_{tr} = 1,00 ‰
d_{tr}/dt = 38,89 mm/sec

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d _{tr} /dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h
L₁ = 46,657 m (valore normale) L₂ = 28,000 m (valore eccezionale)
Condizione soddisfatta con riferimento al valore limite per la circonferenza - In progetto: sviluppo = 51,048 m
Condizione soddisfatta con riferimento al valore eccezionale per lunghezza rettilinee: L₁ = 30 m, L₂ = 30 m

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V	V _{min} /3	V _{min} /1,5	(*)
300 < V < 300 km/h	100 < V < 300 km/h	100 < V < 300 km/h	(*)

Valori limit: V_{min}/3 (*) V_{min}/1,5 (*)
Valori eccez: V_{min}/5 (*) V_{min}/2,5 (*)
NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 30 m
R = 5000,0 m
m₁ = 0,008 m

L₂ = 30 m
R = 5000,0 m
m₂ = 0,008 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 140 Km/h R = 5000 m L = 30,000 m

V _{pot}	l _{pot}	d _{pot} /dt _{pot}	d _{pot} /dt _{pot}
140 km/h	16 mm	21 mm/sec	39 mm/sec
150 km/h	23 mm	32 mm/sec	42 mm/sec
155 km/h	27 mm	38 mm/sec	43 mm/sec
185 km/h	51 mm	87 mm/sec	51 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d_{tr}/dt e di d_{tr}/dt²
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h	d _{tr} /dt	d _{tr} /dt ²	d _{tr} /dt	d _{tr} /dt ²
l _{pot} ≤ 80 mm	l _{pot} ≤ 100 mm	38 mm/sec	52 mm/sec	54 mm/sec	60 mm/sec
l _{pot} ≤ 100 mm	l _{pot} ≤ 150 mm	52 mm/sec	50 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
l _{pot} ≤ 150 mm	l _{pot} ≤ 200 mm	50 mm/sec	48 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
l _{pot} ≤ 200 mm	l _{pot} ≤ 250 mm	50 mm/sec	48 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

Valori limite suggeriti
V = 140 km/h R = 6860,0 m

Valori limite minimi
R = 3430,0 m

Condizione soddisfatta

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di ± 10 % sui raccordi connessi e di ± 30 % su quelli connessi
(b) senza scendere sotto 2000 m

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio della curva è superiore a 1000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P _a (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 9 - VARIANTE 2 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R = 1650 m
d = 89,09 mm
d = 9,0 cm
h progetto 8 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 8 cm
V = 140 Km/h
R = 1650,0 m
I = 60,15 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo
I = 60,15 mm
V = 140 Km/h
d/dt ≤ 38 mm/sec

Rispetto dd/dt massimo
V_{tr} = 140 Km/h
dd/dt ≤ 54 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa
d = 8 cm

p ≤ 1 ‰
Valore normale

L_{tr} = 61,556 m
L_{tr} = 57,613 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 80,000 m
Condizione soddisfatta - h progetto 80 m

L_{tr} = 80,000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25% (mai quello eccezionale 2,5%)

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 1650,0 m
d = 9,0 cm
E = 34,23 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L_{tr} = 80,000 m
V = 140 Km/h
I = 60,15 mm
d_{tr}/dt = 29,239 mm/sec

V = 140 Km/h
I = 60,15 mm
d_{tr}/dt = 29,239 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 140 Km/h
d = 9 cm
L_{tr} = 80 m
p_{tr} = 1,00 ‰
dd_{tr}/dt = 38,89 mm/sec

V = 140 Km/h
d = 9 cm
L_{tr} = 80 m
p_{tr} = 1,00 ‰
dd_{tr}/dt = 38,89 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h
L = 46,667 m (valore normale) L = 28,000 m (valore eccezionale)
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 80 m
R = 1650,0 m
m₁ = 0,162 m
h progetto 0,162 m

L₂ = 80 m
R = 1650,0 m
m₂ = 0,162 m
h progetto 0,162 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 140 Km/h
R = 1650 m
L = 80,000 m
V₁ = 140 km/h
V₂ = 150 km/h
V₃ = 155 km/h
V₄ = 185 km/h

d = 80 mm
L = 80,000 m
d₁/dt₁ = 29 mm/sec
d₁/dt₂ = 42 mm/sec
d₁/dt₃ = 49 mm/sec
d₁/dt₄ = 106 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di dd/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 140 km/h
Valori limite suggeriti
R = 6860,0 m
Condizione soddisfatta

Valori limite minimi
R = 3430,0 m

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio della curva è superiore a 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA		Linee 250 < V < 300 km/h	
V < 200 km/h	200 < V < 250 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
I	30 mm	100 mm	150 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,6 m/sec ²	0,8 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
p ≤ 2‰	p ≤ 1,5 ‰	p ≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	110	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCELLO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d _{tr} /dt	38 mm/sec	52 mm/sec	50 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,40 m/sec ²	0,48 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d _{tr} /dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
p ≤ 2‰	p ≤ 1,5 ‰	p ≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V < 200 km/h		200 < V < 300 km/h	
Valore limite	V _{max} /3 (*)	V _{max} /3,5 (*)	(*)
Valori eccez.	V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5	(*)

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
V < 200 km/h	V < 200 km/h	d _{tr} /dt	dd _{tr} /dt	d _{tr} /dt	dd _{tr} /dt
I ₁ ≤ 52 mm	I ₁ ≤ 52 mm	34 mm/sec	54 mm/sec	34 mm/sec	54 mm/sec
I ₂ ≤ 122 mm	I ₂ ≤ 122 mm	41 mm/sec	60 mm/sec	41 mm/sec	60 mm/sec
I ₃ ≤ 153 mm	I ₃ ≤ 153 mm	49 mm/sec	75 mm/sec	49 mm/sec	75 mm/sec
I ₄ ≤ 275 mm	I ₄ ≤ 275 mm	106 mm/sec	150 mm/sec	106 mm/sec	150 mm/sec

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 100 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	(b) 0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di ± 10 % sui raccordi connessi e di ± 30 % su quelli connessi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 10 - VARIANTE 2 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R = 2200 m
d = 66,82 mm
d = 7,0 cm
h progetto 6 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 6 cm
V = 140 Km/h
R = 2200,0 m
l = 45,11 mm
Inserimento manuale valore di progetto

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo: l = 45,11 mm, d = 6 cm, V = 140 Km/h, d/dt s = 38 mm/sec
Rispetto d/dt minimo: l = 43,210 m, d = 6 cm, V = 140 Km/h, d/dt s = 54 mm/sec
Rispetto p ≤ 1 ‰: l = 60,000 m, d = 6 cm, V = 140 Km/h, d/dt s = 54 mm/sec
Condizione più restrittiva: l_{tot} = 60,000 m
Condizione soddisfatta - h progetto 60 m

Rispetto pendenza normale rampa: d = 6 cm, p ≤ 1 ‰, Valore normale
Rispetto pendenza normale rampa: l_{tot} = 60,000 m
Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25% (mai quello eccezionale 2,5%)

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 2200,0 m
d = 6,0 cm
E = 25,67 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 60,000 m, V = 140 Km/h, l = 45,11 mm, d/dt = 29,239 mm/sec
L₂ = 60,000 m, V = 140 Km/h, l = 45,11 mm, d/dt = 29,239 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 140 Km/h, d = 6 cm, L₁ = 60 m, p₁ = 1,00 ‰, d/dt = 38,89 mm/sec
V = 140 Km/h, d = 6 cm, L₂ = 60 m, p₂ = 1,00 ‰, d/dt = 38,89 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h, L₁ = 46,667 m (valore normale), L₂ = 28,000 m (valore eccezionale)
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 60 m, L₂ = 60 m, R = 2200,0 m, m₁ = 0,068 m, m₂ = 0,068 m
h progetto 0,068 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: V = 140 Km/h, R = 2200 m, L = 60,000 m
V₁ = 140 km/h, l₁ = 45 mm, d/dt₁ = 29 mm/sec, d/dt₁ = 39 mm/sec
V₂ = 150 km/h, l₂ = 61 mm, d/dt₂ = 42 mm/sec, d/dt₂ = 42 mm/sec
V₃ = 155 km/h, l₃ = 69 mm, d/dt₃ = 49 mm/sec, d/dt₃ = 43 mm/sec
V₄ = 165 km/h, l₄ = 124 mm, d/dt₄ = 106 mm/sec, d/dt₄ = 51 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt₁
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 140 km/h, Valori limite suggeriti: R = 6860,0 m
Valori limite minimi: R = 3430,0 m
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio della curva è superiore a 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA				
	V < 200 km/h	200 < V < 250 km/h	Linee 250 < V < 300 km/h	
l	30 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{ce}	0,6 m/sec ²	0,6 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	110	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCELLO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,40 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,040 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V < 200 km/h		200 < V < 300 km/h	
Valori limite	V _{max} /3 (*)	V _{max} /3,5 (*)	(*)
Valori eccez.	V _{max} /5	V _{max} /2,5	(*) NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
V < 200 km/h	V < 200 km/h	d/dt	d/dt	d/dt	d/dt
l ₁ ≤ 32 mm	l ₁ ≤ 52 mm	39 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec
l ₂ ≤ 122 mm	l ₂ ≤ 122 mm	42 mm/sec	42 mm/sec	42 mm/sec	42 mm/sec
l ₃ ≤ 153 mm	l ₃ ≤ 153 mm	43 mm/sec	43 mm/sec	43 mm/sec	43 mm/sec
l ₄ ≤ 275 mm	l ₄ ≤ 275 mm	51 mm/sec	51 mm/sec	51 mm/sec	51 mm/sec

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di ± 10 % sui raccordi connessi e di ± 30 % su quelli connessi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 11 - VARIANTE 2 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R = 2550 m
d = 57,65 mm
d = 6,0 cm
In progetto 5 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 5 cm
V = 140 Km/h
R = 2550,0 m
l = 40,68 mm
Inserimento manuale valore di progetto

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo
l = 40,68 mm
V = 140 Km/h
d/dt = 38 mm/sec

Rispetto d/dt massimo
V_{tr} = 140 Km/h
d/dt = 54 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa

d = 5 cm
p ≤ 1 ‰
Valore normale

L_{tr} = 41,636 m
L_{tr} = 36,008 m

L_{tr} = 50,000 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} = 50,000 m

Condizione soddisfatta - In progetto 50 m

Condizione raccomandata ove possibile, ma non vincolante per la progettazione. Non superare però il valore limite 2,25% (mai quello eccezionale 2,5%)

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 2550,0 m
d = 5,0 cm
E = 20,38 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L_{tr} = 50,000 m
V = 140 Km/h
l = 40,68 mm
d_{tr}/dt = 31,644 mm/sec

V = 140 Km/h
l = 40,68 mm
d_{tr}/dt = 31,644 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 140 Km/h
d = 5 cm
L_{tr} = 50 m
p_{tr} = 1,00 ‰
d_{tr}/dt = 38,89 mm/sec

V = 140 Km/h
d = 5 cm
L_{tr} = 50 m
p_{tr} = 1,00 ‰
d_{tr}/dt = 38,89 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h
L = 46,667 m (valore normale)
L = 28,000 m (valore eccezionale)
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 50 m
R = 2550,0 m
m₁ = 0,041 m
In progetto 0,041 m

L₂ = 50 m
R = 2550,0 m
m₂ = 0,041 m
In progetto 0,041 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficiente di Sopraelevazione
V = 140 Km/h
R = 2550 m
V₁ = 140 km/h
V₂ = 150 km/h
V₃ = 155 km/h
V₄ = 185 km/h

d = 50 mm
L = 50,000 m
l₁ = 41 mm
l₂ = 54 mm
l₃ = 61 mm
l₄ = 108 mm
d₁/dt₁ = 32 mm/sec
d₁/dt₂ = 45 mm/sec
d₁/dt₃ = 53 mm/sec
d₁/dt₄ = 111 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d_{tr}/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 140 km/h
Valori limite suggeriti
R = 6860,0 m
Condizione soddisfatta

Valori limite minimi
R = 3430,0 m

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio della curva è superiore a 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA				
	V < 200 km/h	200 < V < 250 km/h	Linee 250 < V < 300 km/h	
l	30 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{cr}	0,6 m/sec ²	0,6 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	110	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCOLO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d _{tr} /dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,40 m/sec ²	0,49 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d _{tr} /dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V		300 < V < 300 km/h	
Valore limite	V _{max} /3 (*)	V _{max} /3,5 (*)	(*)
Valori eccez.	V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5	(*) NOTA (*) L sempre ≥ 30m

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
V < 200 km/h	V < 200 km/h	d _{tr} /dt	d _{tr} /dt	d _{tr} /dt	d _{tr} /dt
l ₁ ≤ 32 mm	l ₁ ≤ 32 mm	31 mm/sec	31 mm/sec	31 mm/sec	31 mm/sec
l ₂ ≤ 122 mm	l ₂ ≤ 122 mm	54 mm/sec	54 mm/sec	54 mm/sec	54 mm/sec
l ₃ ≤ 153 mm	l ₃ ≤ 153 mm	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
l ₄ ≤ 275 mm	l ₄ ≤ 275 mm	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di ± 10 % sui raccordi connessi e di ± 30 % su quelli connessi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 12 - VARIANTE 2 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R = 2100 m
d = 70,00 mm
d = 7,0 cm
h progetto 6,5 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 6,5 cm Inserimento manuale valore di progetto
V = 140 Km/h
R = 2100,0 m
l = 45,12 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto di/dt massimo: l = 45,12 mm d = 6,5 cm
Rispetto di/dt massimo: V = 140 Km/h V_{cr} = 140 Km/h p ≤ 1 ‰
Rispetto di/dt massimo: d/dt ≤ 38 mm/sec d/dt ≤ 54 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 6,5 cm
Rispetto pendenza normale rampa: p ≤ 1 ‰
Valore normale: L_{tr} = 46,172 m L_{tr} = 46,811 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 65,000 m
Condizione soddisfatta - h progetto 65 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 2100,0 m
d = 6,5 cm
E = 29,04 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L_{tr} = 65,000 m V = 140 Km/h V = 140 Km/h
l = 45,12 mm I = 45,12 mm
di/dt = 25,953 mm/sec di_{eff} = 25,953 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 140 Km/h V = 140 Km/h
d = 6,5 cm d = 6,5 cm
L_{tr} = 65 m L_{tr} = 65 m
p₁ = 1,00 ‰ p₂ = 1,00 ‰
dd/dt = 38,89 mm/sec dd_{eff} = 38,89 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h
L = 46,867 m (valore normale) L = 28,000 m (valore eccezionale)
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 65 m L₂ = 65 m
R = 2100,0 m R = 2100,0 m
m₁ = 0,084 m m₂ = 0,084 m
h progetto 0,084 m h progetto 0,084 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: d = 65 mm
V = 140 Km/h R = 2100 m L = 65,000 m
V₁ = 140 km/h l₁ = 45 mm di/dt₁ = 27 mm/sec d₁/dt₁ = 39 mm/sec
V₂ = 150 km/h l₂ = 61 mm di/dt₂ = 39 mm/sec d₂/dt₂ = 42 mm/sec
V₃ = 155 km/h l₃ = 70 mm di/dt₃ = 46 mm/sec d₃/dt₃ = 43 mm/sec
V₄ = 185 km/h l₄ = 127 mm di/dt₄ = 101 mm/sec d₄/dt₄ = 51 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di d₁/dt e di d₂/dt e di d₃/dt e di d₄/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 140 km/h Valori limite suggeriti: R = 6860,0 m Valori limite minimi: R = 3430,0 m
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio della curva è superiore a 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA				
V < 200 km/h		200 < V < 250 km/h		Linee 250 < V < 300 km/h
l	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccez.
l	80 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{cr}	0,6 m/sec ²	0,6 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	110	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCELLO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
di/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	50 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,40 m/sec ²	0,48 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d ₀ /dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V < 200 km/h		200 < V < 300 km/h	
Valori limite	V _{max} /3 (*)	V _{max} /3,5 (*)	(*)
Valori eccez.	V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5	(*)

NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
l	di/dt	di/dt	d ₁ /dt	d ₁ /dt	d ₁ /dt
l ≤ 80 mm	di/dt ≤ 32 mm/sec	di/dt ≤ 32 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 34 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 34 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 34 mm/sec
l ≤ 100 mm	di/dt ≤ 39 mm/sec	di/dt ≤ 39 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 41 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 41 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 41 mm/sec
l ≤ 150 mm	di/dt ≤ 46 mm/sec	di/dt ≤ 46 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 43 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 43 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 43 mm/sec
l ≤ 275 mm	di/dt ≤ 101 mm/sec	di/dt ≤ 101 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 51 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 51 mm/sec	d ₁ /dt ≤ 51 mm/sec

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	(a) 0,175 V _{max} (b)

(a) con una tolleranza di ± 10 % sui raccordi connessi e di ± 30 % su quelli connessi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 13 - VARIANTE 2 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R = 2550 m
d = 57,65 mm
d = 6,0 cm
h progetto 5,5 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 5,5 cm Inserimento manuale valore di progetto
V = 140 Km/h
R = 2550,0 m
l = 35,68 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto dd/dt massimo: l = 35,68 mm d = 5,5 cm
Rispetto dd/dt massimo: V = 140 Km/h V_{cr} = 140 Km/h
dd/dt ≤ 38 mm/sec dd/dt ≤ 54 mm/sec
Rispetto pendenza normale rampa: d = 5,5 cm p ≤ 2,25 ‰
Valore limite raccomandato: L_{tr} = 24,444 m
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 39,609 m
Condizione soddisfatta - h progetto 65 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 2550,0 m
d = 5,5 cm
E = 25,38 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L₁ = 50,000 m V = 140 Km/h V = 140 Km/h
l = 35,68 mm I = 35,68 mm
di/dt = 27,755 mm/sec di₂/dt = 27,755 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 140 Km/h V = 140 Km/h
d = 5,5 cm d = 5,5 cm
L₁ = 50 m L₂ = 50 m
p₁ = 1,10 ‰ p₂ = 1,10 ‰
dd₁/dt = 42,78 mm/sec dd₂/dt = 42,78 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h
L₁ = 46,667 m (valore normale) L₂ = 28,000 m (valore eccezionale)
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 50 m L₂ = 50 m
R = 2550,0 m R = 2550,0 m
m₁ = 0,041 m m₂ = 0,041 m
h progetto 0,041 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione: d = 55 mm L = 50,000 m
V = 140 Km/h R = 2550 m d = 5,5 cm
V₁ = 140 km/h l₁ = 36 mm di/dt₁ = 28 mm/sec dd/dt₁ = 43 mm/sec
V₂ = 150 km/h l₂ = 49 mm di/dt₂ = 41 mm/sec dd/dt₂ = 46 mm/sec
V₃ = 155 km/h l₃ = 56 mm di/dt₃ = 48 mm/sec dd/dt₃ = 47 mm/sec
V₄ = 185 km/h l₄ = 103 mm di/dt₄ = 106 mm/sec dd/dt₄ = 57 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di di/dt e di dd/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 140 km/h Valori limite suggeriti Valori limite minimi
R = 6860,0 m R = 3430,0 m
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio della curva è superiore a 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA				
	V < 200 km/h	200 < V < 250 km/h	Linee 250 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccez.
l	80 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{cr}	0,6 m/sec ²	0,6 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
p ≤ 2‰	p ≤ 1,5 ‰	p ≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	110	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCELLO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
di/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,40 m/sec ²	0,48 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
di/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V > 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
p ≤ 2‰	p ≤ 1,5 ‰	p ≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V < 200 km/h		200 < V < 300 km/h	
Valori limite	V _{max} /3 (*)	V _{max} /3,5 (*)	(*)
Valori eccez.	V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5	(*) NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
V < 200 km/h	V > 200 km/h	di/dt	dd/dt	di/dt	dd/dt
l ₁ ≤ 82 mm	l ₁ ≤ 122 mm	di/dt ₁ ≤ 24 mm/sec	dd/dt ₁ ≤ 34 mm/sec	di/dt ₁ ≤ 24 mm/sec	dd/dt ₁ ≤ 34 mm/sec
l ₂ ≤ 103 mm	l ₂ ≤ 153 mm	di/dt ₂ ≤ 31 mm/sec	dd/dt ₂ ≤ 41 mm/sec	di/dt ₂ ≤ 31 mm/sec	dd/dt ₂ ≤ 41 mm/sec
l ₃ ≤ 275 mm	l ₃ ≤ 275 mm	di/dt ₃ ≤ 152 mm/sec	dd/dt ₃ ≤ 152 mm/sec	di/dt ₃ ≤ 152 mm/sec	dd/dt ₃ ≤ 152 mm/sec

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 100 km/h	200 < V ≤ 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	(b) 0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di + 10 % sui raccordi connessi e di + 30 % su quelli connessi
(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 14 - VARIANTE 2 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R = 6000 m
d = 24,50 mm
d = 2,0 cm
In progetto 3 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 3 cm
V = 140 Km/h
R = 6000,0 m
I = 8,54 mm
Inserimento manuale valore di progetto

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:

Rispetto d/dt massimo
I = 8,54 mm
V = 140 Km/h
d/dt ≤ 38 mm/sec

Rispetto d/dt massimo
V_{tr} = 140 Km/h
d/dt ≤ 54 mm/sec

Rispetto pendenza normale rampa
d = 3 cm
p ≤ 1 ‰

Valore limite raccomandato
L_{tr} ≥ 30,000 m

L_{tr} = 8,741 m

L_{tr} = 21,605 m

Condizione più restrittiva: L_{tr} ≥ 30,000 m

Condizione soddisfatta - In progetto 30 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 6000,0 m
d = 3,0 cm
E = 17,41 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L_{tr} = 30,000 m
V = 140 Km/h
I = 8,54 mm
d_{tr}/dt = 11,072 mm/sec

V = 140 Km/h
I = 8,54 mm
d_{tr}/dt = 11,072 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 140 Km/h
d = 3 cm
L_{tr} = 30 m
p_{tr} = 1,00 ‰
d_{tr}/dt = 38,89 mm/sec

V = 140 Km/h
d = 3 cm
L_{tr} = 30 m
p_{tr} = 1,00 ‰
d_{tr}/dt = 38,89 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h
L = 46,657 m (valore normale) L = 28,000 m (valore eccezionale)
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 30 m
R = 6000,0 m
m₁ = 0,006 m
In progetto 0,06 m

L₂ = 30 m
R = 6000,0 m
m₂ = 0,006 m
In progetto 0,06 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 140 Km/h
R = 6000 m
V₁ = 140 km/h
V₂ = 150 km/h
V₃ = 155 km/h
V₄ = 185 km/h

L = 30 mm
L = 30,000 m
d = 3 mm
d₁/dt₁ = 11 mm/sec
d₁/dt₂ = 20 mm/sec
d₁/dt₃ = 25 mm/sec
d₁/dt₄ = 64 mm/sec

Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d_{tr}/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 140 km/h
Valori limite suggeriti R = 6860,0 m
Condizione soddisfatta

Valori limite minimi R = 3430,0 m

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio della curva è superiore a 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA				
	V < 200 km/h	200 < V < 250 km/h	Linee 250 < V < 300 km/h	
	Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccez.
I	85 mm	100 mm	150 mm	80 mm
a _{cr}	0,6 m/sec ²	0,6 m/sec ²	0,98 m/sec ²	0,52 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	
Treni passeggeri	110	

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCELLO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d _{tr} /dt	38 mm/sec	52 mm/sec	75 mm/sec
cc	0,25 m/sec ²	0,40 m/sec ²	0,48 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V < 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d _{tr} /dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0,036 rad/sec	0,040 rad/sec	0,033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V < 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
≤ 2‰	≤ 1,5 ‰	≤ 1 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V < 200 km/h		200 < V < 300 km/h	
Valori limite	V _{max} /3 (*)	V _{max} /3,5 (*)	(*)
Valori eccez.	V _{max} /5	(*) V _{max} /2,5	(*) NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE DI RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA DI RANGO	
V < 200 km/h	V < 200 km/h	d _{tr} /dt	d _{tr} /dt	d _{tr} /dt	d _{tr} /dt
l ₁ ≤ 52 mm	l ₁ ≤ 52 mm	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec
l ₂ ≤ 122 mm	l ₂ ≤ 122 mm	54 mm/sec	54 mm/sec	54 mm/sec	54 mm/sec
l ₃ ≤ 153 mm	l ₃ ≤ 153 mm	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
l ₄ ≤ 275 mm	l ₄ ≤ 275 mm	75 mm/sec	75 mm/sec	75 mm/sec	75 mm/sec

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V < 200 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0,35 V _{max}	0,35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0,25 V _{max}	0,175 V _{max}

(a) con una tolleranza di ± 10 % sui raccordi connessi e di ± 30 % su quelli connessi

(b) senza scendere sotto 2000 m

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P _a (‰)	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50

VERIFICA CINEMATICA DELLA CURVA 15 - VARIANTE 2 LINEA STORICA - BINARIO PARI

Nota - I valori nelle celle bordate di verde devono essere inseriti manualmente

CALCOLO DELLA SOPRAELEVAZIONE CONSIGLIATA

V = 140 Km/h
R = 7492.4 m
d = 19.62 mm
d = 2.0 cm
h progetto 2 cm

CALCOLO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

d = 2 cm
V = 140 Km/h
R = 7492.4 m
l = 10.86 mm

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLE CURVE DI TRANSIZIONE ALLA VELOCITA' DI TRACCIATO

La lunghezza della curva di transizione è definita dal maggiore dei valori calcolati imponendo le seguenti condizioni:
Rispetto d/dt massimo
Rispetto d/dt massimo
Rispetto pendenza normale rampa
Rispetto pendenza normale rampa
Condizione più restrittiva: L_{tr} = 20.000 m
Condizione soddisfatta - h progetto 25 m

CALCOLO DELL'ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

V_{max} = 80 Km/h
R = 7492.4 m
d = 2.0 cm
E = 9.92 mm

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

L_{tr} = 25.000 m
V = 140 Km/h
l = 10.86 mm
d/dt = 16.900 mm/sec
L_{tr} = 25.000 m
V = 140 Km/h
l = 10.86 mm
d/dt = 16.900 mm/sec

CALCOLO DEL VALORE EFFETTIVO DELLA PENDENZA DELLA RAMPA E DEL RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE

V = 140 Km/h
d = 2 cm
L_{tr} = 25 m
p_h = 0.80 ‰
d/dt = 31.11 mm/sec
V = 140 Km/h
d = 2 cm
L_{tr} = 25 m
p_h = 0.80 ‰
d/dt = 31.11 mm/sec

CALCOLO DELLA LUNGHEZZA MINIMA DELLA CURVA CIRCOLARE E DEI RETTILINEI ADIACENTI AI RACCORDI PARABOLICI

V = 140 Km/h
L = 46.667 m (valore normale) L = 28.000 m (valore eccezionale)
Condizione soddisfatta

CALCOLO DELLO SPOSTAMENTO DELLA CURVA DERIVATA RISPETTO ALLA PRIMITIVA

L₁ = 25 m
R = 7492.4 m
m₁ = 0.003 m
h progetto 0.004 m
L₂ = 25 m
R = 7492.4 m
m₂ = 0.003 m
h progetto 0.004 m

CALCOLO DELLE VELOCITA' POTENZIALI DI RANGO

Rispetto valore limite insufficienza di Sopraelevazione
V = 140 Km/h
R = 7492.4 m
L = 25.000 m
V₁ = 140 km/h
V₂ = 150 km/h
V₃ = 155 km/h
V₄ = 185 km/h
l₁ = 11 mm
l₂ = 15 mm
l₃ = 18 mm
l₄ = 34 mm
d/dt₁ = 17 mm/sec
d/dt₂ = 26 mm/sec
d/dt₃ = 31 mm/sec
d/dt₄ = 70 mm/sec
d/dt₅ = 41 mm/sec
Verifica dei corrispondenti valori di d/dt e di d/dt
Valori negativi in presenza di eccesso di sopraelevazione

CALCOLO DEL RAGGIO MINIMO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

V = 140 km/h
Valori limite suggeriti R = 6860.0 m
Condizione soddisfatta
Valori limite minimi R = 3430.0 m

CALCOLO DELLA PENDENZA COMPENSATA

Non è richiesta la compensazione della pendenza perché il raggio della curva è superiore a 1000 m

VALORI LIMITE ED ECCEZIONALI DEI PARAMETRI CINEMATICI DI RIFERIMENTO

In azzurro i valori di riferimento per le verifiche cinematiche eseguite a lato sinistro

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA		Linee 250 < V < 300 km/h	
V < 200 km/h	200 < V < 250 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
l	100 mm	100 mm	150 mm
a _{ce}	0.6 m/sec ²	0.6 m/sec ²	0.8 m/sec ²

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
p ≤ 2‰	p ≤ 1.5 ‰	p ≤ 1 ‰	2.25 ‰	2.5 ‰

PER I RIMANENTI PARAMETRI CINEMATICI UTILIZZATI FARE RIFERIMENTO ALLE TABELLE SOTTOSTANTI

ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

Tipologia treni	Valore limite (mm)	Valore eccezionale (mm)
Treni merci	110	110
Treni passeggeri	110	110

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E CONTRACCELLO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	38 mm/sec	52 mm/sec	50 mm/sec
cc	0.25 m/sec ²	0.40 m/sec ²	0.48 m/sec ²

RAPPORTO DI VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE E VELOCITA' DI ROLLIO

Linee V ≤ 200 km/h		Linee 200 < V < 300 km/h	
Valore limite	Valore eccezionale	Valore limite	Valore eccezionale
d/dt	54 mm/sec	60 mm/sec	60 mm/sec
ω	0.036 rad/sec	0.040 rad/sec	0.033 rad/sec

PENDENZE NORMALI RAMPA RACCORDO ALTIMETRICO

V ≤ 75 km/h	V ≤ 100 km/h	V ≤ 100 km/h	Valore limite	Valore eccezionale
p ≤ 2‰	p ≤ 1.5 ‰	p ≤ 1 ‰	2.25 ‰	2.5 ‰

LUNGHEZZE MINIME DELLE CURVE CIRCOLARI E DEI RETTILINEI

V ≤ 200 km/h		300 < V < 300 km/h	
Valori limite	V _{max} /3 (*)	V _{max} /3.5 (*)	(*)
Valori eccez.	V _{max} /5	V _{max} /2.5	(*) NOTA (*) L sempre ≥ 30 m

VALORI LIMITE DEI PARAMETRI CINEMATICI DISTINTI PER RANGO DI VELOCITA'

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE PER RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE INSUFFICIENZA SOPRAELEVAZIONE PER RANGO		RAPPORTO DI VARIAZIONE PENDENZA RAMPA PER RANGO	
V ≤ 200 km/h	V ≤ 200 km/h	d/dt	d/dt	d/dt	d/dt
l ₁ ≤ 122 mm	l ₁ ≤ 122 mm	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec	34 mm/sec
l ₂ ≤ 153 mm	l ₂ ≤ 153 mm	41 mm/sec	41 mm/sec	41 mm/sec	41 mm/sec
l ₃ ≤ 275 mm	l ₃ ≤ 275 mm	50 mm/sec	50 mm/sec	50 mm/sec	50 mm/sec

RAGGIO DELLA CURVA VERTICALE DI RACCORDO ALTIMETRICO

LINEE (Velocità)	V ≤ 200 km/h	200 < V < 300 km/h
Valori limite suggeriti (m)	0.35 V _{max}	0.35 V _{max}
Valori limite minimi (m)	0.25 V _{max}	0.175 V _{max}

TABELLA DELLE PENDENZE ADDIZIONALI DA SOMMARE ALLA PENDENZA DELLA LIVELLETTA IN PRESENZA DI CURVE

R (m)	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
P ₁ (‰)	0.50	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	1.70	2.00	2.40	2.80	3.40	4.20	4.50

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' PLANOALTIMETRICA

Raggio della curva verticale di raccordo altimetrico in funzione della velocità

LINEE (Velocità)	$V \leq 200$ km/h	$200 < V \leq 300$ km/h
Valori limite suggeriti (m)	$0,35 V_{max}^2$	$0,35 V_{max}^2$
Valori limite minimi (m)	$0,25 V_{max}^2$ (b)	$0,175 V_{ma}^2$ (a)
(a) con una tolleranza di +10 % sui raccordi convessi e di +30 % su quelli concavi		
(b) senza scendere sotto 2000 m		

Raggio della curva verticale di raccordo altimetrico in funzione dei livelli di velocità presenti in progetto

	Valori limite suggeriti per R	Valori limite minimi per R
V= 140 km/h	$R_1 = 6860,00$ m	$R_1 = 4900,00$ m

Livellette contigue - Lo sviluppo della curva di raccordo altimetrico deve possibilmente essere non inferiore a 20 m se:

$$|p_2| - |p_1| > 2\text{‰} \quad \text{per } V \leq 200 \text{ km/h}$$

$$|p_2| - |p_1| > 1\text{‰} \quad \text{per } V > 200 \text{ km/h}$$

Le curve di raccordo altimetrico devono essere completamente esterne alle curve di transizione planimetriche

Lunghezze minime delle singole livellette al netto dei raccordi altimetrici in funzione della velocità

Valore limite (m)	Valore eccez. (m)
$V_{max} / 1,8$	30

Lunghezze minime delle singole livellette al netto dei raccordi altimetrici in funzione dei livelli di velocità presenti in progetto

$$V = 140 \text{ km/h} \quad L = 46,67 \text{ m}$$

Nel caso in esame (traffico misto) le livellette devono avere una pendenza non superiore al 12‰
(p.m. 1,2‰ in presenza di stazioni e impianti, 10‰ in presenza di fermate)

L'intero progetto rispetta i requisiti planoaltimetrici di cui sopra