

4.1.3 Analisi macroscopica della trazione e della composizione dei convogli

Lo studio dell'orario ferroviario o l'inserimento di nuove tracce orarie da dedicare ai treni merci sarà sviluppato nel paragrafo 4.2, esso non può prescindere dalla conoscenza dei mezzi che possono circolare sulla linea, dal peso del treno da trainare e della sua composizione, dalla velocità di percorrenza sulla linea in funzione del rango, del grado di prestazione e di frenatura.

La "progettazione" di nuove tracce orarie da inserire su linee esistenti ed in esercizio, è condizionato dai parametri infrastrutturali, infatti l'andamento plano-altimetrico condiziona le resistenze al moto dei convogli, la lunghezza delle stazioni pone un vincolo alla massima lunghezza del convoglio circolante sulla linea ed ai tratti adibiti al sorpasso, le gallerie condizionano la dimensione trasversale dei convogli ed infine la presenza di ponti, viadotti, muri di contenimento e la portanza del terreno determinano limitazioni sul massimo carico assale e sulla velocità di transito.

Essendo le linee in questione esistenti, i fascicoli di linea ed il P.G.O.S. sono indispensabili supporti alle decisioni per la determinazione della lunghezza e composizione dei convogli. Da questi documenti si ricavano i gradi di prestazione delle singole tratte, i gradi di frenatura, le velocità massime di circolazione ed i mezzi che vi possono circolare con le relative tabelle di prestazione. Per i mezzi circolanti è quindi possibile evitare lo studio, per altro complicato, delle equazioni del moto ricorrendo alle tabelle di prestazione delle locomotive utilizzate nella pratica per comporre i treni. Nel caso, in questo studio non trattato, in cui risulti indispensabile l'inserimento di nuovi mezzi di trazione è necessario effettuare l'analisi del moto per ogni singola tratta omogenea nelle resistenze utilizzando le curve caratteristiche. Nel prosieguo di questo studio si utilizzeranno solo i dati relativi ai mezzi di trazione elettrica e Diesel circolanti indipendentemente dal loro utilizzo prevalente.

Lo studio della composizione dei convogli avviene per sistemi ferroviari a composizione bloccata ossia dotati di massa rimorchiabile costante per tutto il tragitto. Tale ipotesi è coerente con la tipologia dello studio e con lo scopo di eseguire un trasporto merci ferroviario tra Genova Voltri Mare ed Alessandria, che sono le due località in cui si suppone avvenga l'assemblaggio e la rottura del carico. I vincoli che condizioneranno lo studio del sistema sono la massa trainabile di ogni locomotore, il massimo sforzo al gancio applicabile, la massima lunghezza inseribile nelle stazioni. I convogli saranno studiati per massimizzare l'utilizzo della lunghezza delle stazioni per cui si effettuerà un confronto tra i sistemi in semplice trazione e doppia trazione.

Le linee ferroviarie sono distinte in sezioni di carico alle quali viene attribuito un grado di prestazione contrassegnato da una cifra araba. I gradi di prestazione sono 31 ed identificano la resistenza che ogni sezione oppone, a causa del suo tracciato plano altimetrico, all'esercizio della trazione dei treni. Il grado 1 è riferito alle linee pianeggianti od in leggera discesa, i gradi più alti sono attribuiti alle linee o tratti con resistenza alla trazione maggiore coincidenti con livellette in forte salita ed in curva. I gradi di prestazione, come indicato nel PGOS art. 37 c.2, sono distinti in grado di prestazione principale caratteristico del tratto più esteso ed in grado di prestazione sussidiario relativo ai tratti più attivi e di breve estensione in genere indicato con un pedice.

La prestazione di una locomotiva su un tratto di linea è esprimibile mediante il carico in tonnellate che essa è in grado di rimorchiare o spingere. La prestazione complessiva di due o tre mezzi di trazione attivi, appartenenti allo stesso sistema di trazione è fornito

dalla somma delle prestazioni dei singoli mezzi, salvo prescrizioni particolari previste in orario.

Il calcolo della massa rimorchiata si esegue, come prescritto all'art. 46 del PGOS, sommando la massa lorda (tara più carico) dei veicoli carichi e quella virtuale delle locomotive inattive in composizione. Non compone massa rimorchiata la massa dei mezzi di trazione attivi o trainanti se stessi. Il PGOS prevede l'arrotondamento della massa "troncando" le mezze tonnellate nel caso di difetto o incrementando per frazioni uguali o superiori alla mezza tonnellata, di tale approssimazione non verrà tenuto conto nelle analisi seguenti, poiché si vuole determinare la lunghezza trainabile in funzione dei massimi carichi circolanti per la categoria C3.

Per quanto attiene la composizione di convogli, sempre il PGOS al capitolo V, indica come situazione di normalità l'utilizzo di una locomotiva (art. 47 c.2), ma in ogni caso mai più di tre (art. 47 c.3). Tra le limitazioni per i treni ordinari in semplice trazione ed in condizioni normali di circolazione è previsto che la locomotiva deve essere ubicata in testa al treno (art. 48 c.1), in Tabella 4.1.32 sono riportate per ogni grado di prestazione le massime masse rimorchiabili in semplice trazione. Nel caso di doppia trazione in condizioni normali le due locomotive devono essere ubicate in testa al treno (art. 49 c.1), nei casi in cui la circolabilità o la resistenza degli organi di attacco non consentano la doppia trazione in testa o siano necessarie particolari esigenze di esercizio (art. 49 c.2), le due locomotive possono essere disposte: una in testa ed una in coda (doppia trazione simmetrica) ovvero una in testa ed una tra il materiale rimorchiato (doppia trazione intercalata). Nel caso di composizione in doppia trazione intercalata la locomotiva deve essere distanziata da quella di testa di almeno 10 assi e la massa della parte di treno rimorchiato che segue la locomotiva intercalata non deve superare il massimo ammesso dagli organi di attacco.

GRADI DI PRESTAZIONE															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
MASSIMA MASSA RIMORCHIABILE IN DECATONNELLATE															
250	250	250	250	244	235	224	214	203	194	183	173	166	158	152	145

GRADI DI PRESTAZIONE															
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
MASSIMA MASSA RIMORCHIABILE IN DECATONNELLATE															
137	130	123	118	114	111	104	101	95	90	87	83	80	74	69	

Tabella 4.1.32: Massima massa rimorchiata ammessa dalla resistenza degli organi di attacco – Treni di materiale ordinario trainato da locomotive e senza locomotive attive in coda

Anche per quanto riguarda la frenatura la linea è divisa in tratti per ogni senso di circolazione in relazione alle pendenze. Ad ogni tratto è assegnato un grado di frenatura di cui i principali sono 10 ed indicati con numeri romani a cui corrispondono dei campi di pendenza di linea, Tabella 4.1.33.

Gradi di frenatura	Ia		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX	
	dal	al	oltre	al																
Pendenze %	0	4	4	6	6	8	8	11	11	13	13	16	16	20	20	25	25	30	30	35

Tabella 4.1.33: Gradi di frenatura e pendenza delle linee

Il problema della frenatura determina vincoli sulla velocità di percorrenza, in particolare esiste una regola che commisura la velocità del treno con il grado di frenatura della linea. La percentuale della minima massa frenata è prescritta in base alla Tabella 4.1.34, mentre la velocità massima assoluta ammessa in relazione al grado principale di frenatura è data dalla Tabella 4.1.35, mentre la Tabella 4.1.36 e la Tabella 4.1.37 riportano i casi speciali di treni dotati di frenatura continua e di linee dotate di sistema con blocco automatico a correnti codificate.

Gradi di frenatura	Ia - I - II	III - IV - V o con indice da 3 a 5	VI o con indice 6	VII o con indice 7	VIII o con indice 8	IX o con indice 9
Percentuale di massa frenata	10%	15%	20%	25%	30%	35%

Tabella 4.1.34: percentuale minima di massa frenata in funzione del grado di frenatura

Percentuali minime di massa frenata normalmente attribuita ai treni di materiale ordinario serviti da freno continuo	
Tipo del treno	Massa frenata con freno continuo tipo viaggiatori
Treni viaggiatori e merci con orario programmato.....	Percentuale prevista in Orario
Treni viaggiatori e merci con velocità massima fino a 120 km/h	90%
Treni merci con velocità massima fino a 100 km/h	75%
Altri treni merci con velocità massima fino a 90 km/h	70%
Tipo di treno	Massa frenata con freno continuo tipo merci (1)
Treni merci con orario programmato	Percentuale prevista in Orario
Treni merci con velocità massima fino a 120 km/h (2)	75%
Treni merci con velocità massima fino a 100 km/h (2)..... Treni merci con velocità massima fino a 90 km/h	70%
Locomotive isolate	
Treni merci con velocità massima fino a 80 km/h	60%
Tradotte	50%

(1) Tali treni sono individuati in orario da apposito segno convenzionale.

(2) Treni merci serviti da mezzi di trazione provvisti di ripetizione dei segnali, circolanti su linee o tratti di linea attrezzate con il blocco automatico a correnti codificate.

Tabella 4.1.35: percentuale di massa frenata in funzione della velocità di transito

VELOCITÀ MASSIMA ASSOLUTA AMMESSA												
Gradi di frenatura della linea	Percentuale di massa frenata esistente nel treno											
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45
I ^a	95	95	90	90	90	85	85	80	80	75	75	70
I	95	90	90	90	85	80	80	80	75	75	70	70
II	90	90	85	85	85	80	80	75	75	70	70	65
III	90	85	85	80	80	80	75	70	70	70	65	60
IV	85	85	80	80	75	75	70	70	65	65	60	55
V	80	80	80	75	70	70	65	65	60	60	55	50
VI	75	75	70	70	65	65	60	60	55	55	50	45
VII	70	70	65	60	60	60	55	50	45	45	40	-
VIII	65	60	60	55	50	50	45	40	40	-	-	-
IX	60	55	50	50	45	40	-	-	-	-	-	-

Tabella 4.1.36: percentuale di massa frenata in funzione della velocità massima assoluta per treni merci dotati di freno continuo

VELOCITÀ MASSIMA ASSOLUTA AMMESSA										
Gradi di frenatura della linea	Percentuale di massa frenata esistente nel treno									
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	
I ^a	120	120	120	120	115	115	115	110	105	
I	120	120	120	115	115	115	110	105	105	
II	120	120	115	115	110	105	105	100	100	
III	115	115	110	110	105	105	100	100	95	
IV	115	110	110	105	105	100	100	95	95	
V	110	110	105	100	100	95	95	90	85	
VI	90	85	85	85	80	80	75	75	70	
VII	85	80	80	80	75	75	70	65	65	
VIII	80	75	75	75	70	70	65	60	55	
IX	65	65	60	60	55	50	45	45	40	

Tabella 4.1.37: percentuale di massa frenata in funzione della velocità massima assoluta per treni merci dotati di freno continuo equipaggiati con ripetizione dei segnali e circolanti su linee a blocco automatico a correnti codificate

La massa frenata occorrente si calcola moltiplicando la massa da frenare per la percentuale prescritta dalla Tabella 4.1.34 e dividendo il risultato per il fattore 100. Secondo l'art. 73 c.1 del PGOS la massima lunghezza dei treni in metri rispetto alla

frenatura è indicato in 1.000 m per i treni merci con frenatura continua, in Tabella 4.1.38 sono riportati i limiti per tutti i tipi di frenatura.

Tipo di frenatura	Lunghezza massima in metri
Frenatura continua tipo viaggiatori	660
Frenatura continua mista	
Frenatura a mano	
Frenatura parzialmente continua	
Frenatura continua tipo merci	1000

Tabella 4.1.38

In sintesi la massa di un treno non deve superare i limiti prescritti dall'art. 60, ossia:

- massima prestazione delle locomotive utili per il suo rimorchio;
- massima massa ammessa dalla resistenza degli organi di attacco;
- massima massa ammessa dalla frenatura;
- 1600t salvo speciali deroghe.

Per cui, ad eccezione del limite delle 1600t di carico dovuto a motivi di sicurezza gli altri limiti sono dettati dalla morfologia della linea e dalle caratteristiche meccaniche e di potenza dei mezzi installati.

Per quanto riguarda le velocità massime ammesse dalle linee è necessario fare riferimento al rango di velocità, che per i convogli merci è "A" tale riferimento è essenziale per determinare le velocità di crociera del convoglio compatibili con i fascicoli di linea. Per completezza si riportano, estratte dal PGOS, la Tabella 4.1.39 e la Tabella 4.1.40 indicanti le velocità massime per i mezzi di trazione che possono essere utilizzati, ad oggi, sulla rete ferroviaria italiana.

Quanto sopra premesso è necessario per fornire indicazioni su quale può essere la composizione di un convoglio ferroviario merci in condizioni normali di circolazione e in cui è possibile sfruttare al massimo la linea.

Di seguito, per semplicità, si assume che i convogli ferroviari siano assemblati con carri porta contenitori, detti "carri pianali RGS", che risultano in genere omologati per velocità massime di 100km/h e classe di portata C3 (20t/asse), per un totale di carico viaggiante lordo a carro pari a 80t. Tali carrelli, come riportato sul sito di *Railconsult*, sono conformi alla sagoma standard UIC 505-3, con scartamento ordinario 1.432mm, 4 assi complessivi, larghezza 2.740mm, altezza a vuoto 1.210mm, lunghezza fuori tutto 19.900mm.

Gruppo	Velocità massima Km/h
D 141	80
D 143	70
D 145	100
225	50
235	50
245 0001 + 0058 1001 + 1020 2001 + 2020 6001 + 6124	65
245 2101 + 2287	60
D 255	50
D 343	130
D 345	130
D 443	130
D 445	130

Tabella 4.1.39: locomotive Diesel

Gruppo	Velocità massima Km/h
E 321 E 322	50
E 323 E 324	60
E 626	95
E 424 rapporto 16/65 e 21/65	100
E 636	110
E 424 rapporto 19/65 e 20/65	120
E 645 E 655	120
E 633	130
E 646	140
E 656	150
E 632 E 652	160
E 444 (005 + 117)	200
E 402 (101 + 180)	200
E 402 (002 + 045)	220

Tabella 4.1.40: locomotive elettriche

Nei successivi paragrafi 4.1.3.1, 4.1.3.2, 4.1.3.3 e 4.1.3.4 tutte le indicazioni di carattere generali e puntuali analizzate saranno utilizzate in relazione ai dati presenti nei fascicoli di linea da cui si individueranno le tipologie di convogli in semplice e doppia trazione che posso circolare sulle differenti tratte delle linee in oggetto.

L'analisi è eseguita considerando la lunghezza massima dei convogli compatibile con i mezzi circolanti mediante la relazione (1) valida per la semplice trazione:

$$L_f = l_c \left[\text{int} \left(\frac{M_{\max}}{W} \right) + 1 \right], \quad (1)$$

Dove:

L_c : lunghezza del singolo carrello assunta nel seguito di 19,90m;

W : massa lorda del singolo carrello assunta nel seguito di 80t;

L_f : lunghezza massima del convoglio, compreso il locomotore espressa in metri,

M_{\max} : Massima massa trainabile dal locomotore lungo la specifica tratta espressa in tonnellate;

int: è un operatore che seleziona la sola parte intera dell'espressione tra parentesi.

Nel caso di doppia trazione diventa la relazione (2):

$$L_f = l_c \left[\text{int} \left(\frac{2M_{\max}}{W} \right) + 2 \right], \quad (2)$$

In entrambi i casi il valore della lunghezza del convoglio è funzione della categoria di carico scelta e della lunghezza del singolo carrello assunta di 19,90m; per semplicità espositiva ed a favore di sicurezza si è assunto che i locomotori siano lunghi quanto un carrello².

Come visto, la lunghezza complessiva dei convogli ferroviari è funzione delle caratteristiche fisiche della linea quali (tracciato, livelletta, dimensioni delle gallerie, etc.), del locomotore utilizzato, e delle condizioni di aderenza che sono in genere definite convenzionalmente per rotaia umida. Altri vincoli per la lunghezza dei convogli sono lo sviluppo planimetrico dei binari di precedenza delle stazioni in cui è consentito il sorpasso e la sosta, che incide sulla massima estensione del treno. Infine vanno considerati i vincoli dovuti al massimo tonnellaggio rimorchiabile funzione del grado di prestazione della linea e della resistenza degli organi di attacco definito nella Tabella 4.1.32 per la sola semplice trazione; non costituisce un vincolo il massimo tonnellaggio di 1600t consentito da P.G.O.S. per due motivi, il primo evidente dovuto al fatto che è possibile chiedere deroga da questa limitazione, il secondo è legato al tonnellaggio massimo consentito alla categoria C3 che è di 80t complessive, che determina una composizione limite di 20 carri. Focalizzando l'attenzione su questi aspetti è facile ricavare che la lunghezza massima dei convogli in semplice trazione è data dall'espressione:

$$L_{tot} = \min(L_f, L_s, L_o), \quad (3)$$

dove:

L_{tot} : è la lunghezza complessiva del convoglio compreso il locomotore;

L_f : è la lunghezza del convoglio in funzione delle caratteristiche fisiche della linea, per un singolo locomotore;

² Il campo di variazione della lunghezza fuori tutto dei locomotori utilizzati sulle linee italiane varia da un minimo di circa 15m ad un massimo di circa 18m.

L_s : è la lunghezza del convoglio massima compatibile con le stazioni dotate di binari di precedenza;

L_o : è la lunghezza del convoglio massima compatibile con gli organi di aggancio determinata come indicato nella relazione (4);

min è un operatore che seleziona il minimo dei valori all'interno delle parentesi.

$$L_o = \text{int} \left(\frac{W_o}{W} \right), \quad (4)$$

in cui W_o è il valore che si ricava dalla Tabella 4.1.32 in funzione del grado di prestazione della tratta.

Nel caso di doppia trazione simmetrica la relazione (3) si semplifica nella seguente relazione (5) con analogo significato dei simboli; va osservato che nel caso di doppia trazione intercalata rimane valida la relazione (3) per il tratto di convoglio in coda alla seconda locomotiva.

$$L_{tot} = \min(L_f, L_s), \quad (5)$$

Rielaborando la (1) e la (2) si possono ricavare due relazioni che legano, rispettivamente nel caso di semplice (6) e doppia trazione (7), il numero massimo di carri N_{ctot} con cui può essere assemblato il treno nel rispetto dei vincoli di trazione, linea ed esercizio:

$$N_{ctot} = \text{int} \left\{ \frac{\min(L_f, L_s, L_o)}{l_c} \right\} \lceil 1, \quad (6)$$

$$N_{ctot} = \text{int} \left\{ \frac{\min(L_f, L_s)}{l_c} \right\} \lceil 2, \quad (7)$$

Il significato della simbologia è stato descritto nelle espressioni precedenti.

Prima di procedere con l'analisi è necessario sottolineare che tutte le volte che il limite di lunghezza viene a dipendere dalle caratteristiche di trazione dei mezzi e dal grado di prestazione, è possibile variare l'assemblaggio del convoglio utilizzando due locomotori in doppia trazione per aumentare le masse trainabili.

4.1.3.1 Linea 72

Nella Tabella 4.1.41 e nella Tabella 4.1.42 sono riportati i valori della massa rimorchiabile in tonnellate dalle differenti locomotive elettriche e Diesel sulla tratta succursale dei Giovi o via Diretta dove come riferimento è stato preso il terzo binario di Ronco Scrivia in cui vi è il grado di prestazione 13 e grado di frenatura IV con velocità massima di 60km/h, in queste condizioni si ha la minima massa rimorchiabile da parte dei differenti locomotori. Nella Tabella 4.1.43 e nella Tabella 4.1.44 sono indicati il numero massimo di carrelli rimorchiabili nel caso in cui sia adottata la doppia trazione simmetrica.

Locomotive elettriche				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	1220	15	318,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E402a	1100	13	278,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E402b	1250	15	318,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E405	1150	14	298,5	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E412	1240	15	318,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E424	420	5	119,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E444	780	9	199,0	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E464	890	11	238,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E474	1220	15	318,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E484	1210	15	318,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E626	910	11	238,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E630	990	12	258,7	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E632	1080	13	278,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E633	1260	15	318,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E636	960	12	258,7	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E640	890	11	238,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E645	1150	14	298,5	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E646	1060	13	278,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E652	1400	17	358,2	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E655	1400	17	358,2	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E656	1080	13	278,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E660	1170	14	298,5	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
EU43	1240	15	318,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla

Tabella 4.1.41: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in semplice trazione

<i>Locomotive diesel</i>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	900	11	238,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D343	790	9	199,0	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D345	790	9	199,0	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D361	1360	17	358,2	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D443	880	11	238,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D445	880	11	238,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D752	840	10	218,9	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D753	840	10	218,9	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
DE520	840	10	218,9	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
G2000	1090	13	278,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla

Tabella 4.1.42 massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in semplice trazione

<i>Locomotive elettriche</i>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	1220	30	636,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E402a	1100	27	577,1	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E402b	1250	31	656,7	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E405	1150	28	597,0	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E412	1240	31	656,7	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E424	420	10	238,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E444	780	19	417,9	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E464	890	22	477,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E474	1220	30	636,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E484	1210	30	636,8	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla

Master Plan della Logistica del Nord Ovest

Le conoscenze

E626	910	22	477,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E630	990	24	517,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E632	1080	27	577,1	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E633	1260	31	656,7	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E636	960	24	517,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E640	890	22	477,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E645	1150	28	597,0	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E646	1060	26	557,2	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E652	1400	35	736,3	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E655	1400	35	736,3	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E656	1080	27	577,1	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
E660	1170	29	616,9	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
EU43	1240	31	656,7	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla

Tabella 4.1.43: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in doppia trazione simmetrica

<u>Locomotive diesel</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	900	22	477,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D343	790	19	417,9	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D345	790	19	417,9	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D361	1360	34	716,4	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D443	880	22	477,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D445	880	22	477,6	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D752	840	21	457,7	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
D753	840	21	457,7	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
DE520	840	21	457,7	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla
G2000	1090	27	577,1	Ronco Scrivia (bin.3 e oltre) - Busalla

Tabella 4.1.44: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in doppia trazione simmetrica

Su questo tratto è evidente che non sia possibile assemblare convogli in semplice trazione che superino i 17 carri merci per locomotive elettriche modello E652 ed E655 e per la locomotiva Diesel D361. Non costituisce un limite la massa massima compatibile con gli organi d'attacco che dalla Tabella 4.1.32 risulta di 1660t che determinerebbe un numero di carri trainabili pari a 20 superiore a quella rimorchiabile dai locomotori. Utilizzando la doppia trazione simmetrica i valori sono decisamente maggiori e quasi tutti i locomotori risultano in grado di trainare convogli composti con più di 20 carri. Sono da escludere dalle fasce di utilizzabilità le locomotive elettriche E424, E444, D343 e D345.

Per quanto riguarda la linea storica dei Giovi il punto critico è la tratta che parte da Pontedecimo ed arriva a Busalla, che possiede la pendenza del 35‰ dalla chilometrica 151,000 alla chilometrica 142,270 con grado di prestazione 29 e grado di frenatura I₉ con limite di velocità 75 km/h; nella Tabella 4.1.45 e nella Tabella 4.1.46 sono riportati il numero di carrelli con cui è possibile assemblare i convogli e le lunghezze complessive nel caso di semplice trazione; nella Tabella 4.1.47 e nella Tabella 4.1.48 sono riportati gli analoghi dati per l'assemblaggio dei treni in doppia trazione simmetrica.

Locomotive elettriche				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	480	6	139,3	Ge. Pontedecimo - Busalla
E402a	420	5	119,4	Ge. Pontedecimo - Busalla
E402b	490	6	139,3	Ge. Pontedecimo - Busalla
E405	450	5	119,4	Ge. Pontedecimo - Busalla
E412	490	6	139,3	Ge. Pontedecimo - Busalla
E424	160	2	59,7	Ge. Pontedecimo - Busalla
E444	300	3	79,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
E464	350	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
E474	480	6	139,3	Ge. Pontedecimo - Busalla
E484	470	5	119,4	Ge. Pontedecimo - Busalla
E626	350	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
E630	380	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
E632	400	5	119,4	Ge. Pontedecimo - Busalla
E633	490	6	139,3	Ge. Pontedecimo - Busalla
E636	370	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
E640	350	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
E645	450	5	119,4	Ge. Pontedecimo - Busalla
E646	390	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
E652	510	6	139,3	Ge. Pontedecimo - Busalla
E655	510	6	139,3	Ge. Pontedecimo - Busalla
E656	410	5	119,4	Ge. Pontedecimo - Busalla
E660	460	5	119,4	Ge. Pontedecimo - Busalla
EU43	490	6	139,3	Ge. Pontedecimo - Busalla

Tabella 4.1.45: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in semplice trazione

<i>Locomotive diesel</i>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	350	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
D343	300	3	79,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
D345	300	3	79,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
D361	540	6	139,3	Ge. Pontedecimo - Busalla
D443	330	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
D445	330	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
D752	330	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
D753	330	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
DE520	330	4	99,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
G2000	420	5	119,4	Ge. Pontedecimo - Busalla

Tabella 4.1.46: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in semplice trazione

<i>Locomotive elettriche</i>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	480	12	278,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
E402a	420	10	238,8	Ge. Pontedecimo - Busalla
E402b	490	12	278,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
E405	450	11	258,7	Ge. Pontedecimo - Busalla
E412	490	12	278,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
E424	160	4	119,4	Ge. Pontedecimo - Busalla
E444	300	7	179,1	Ge. Pontedecimo - Busalla
E464	350	8	199,0	Ge. Pontedecimo - Busalla
E474	480	12	278,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
E484	470	11	258,7	Ge. Pontedecimo - Busalla
E626	350	8	199,0	Ge. Pontedecimo - Busalla
E630	380	9	218,9	Ge. Pontedecimo - Busalla
E632	400	10	238,8	Ge. Pontedecimo - Busalla
E633	490	12	278,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
E636	370	9	218,9	Ge. Pontedecimo - Busalla
E640	350	8	199,0	Ge. Pontedecimo - Busalla
E645	450	11	258,7	Ge. Pontedecimo - Busalla
E646	390	9	218,9	Ge. Pontedecimo - Busalla
E652	510	12	278,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
E655	510	12	278,6	Ge. Pontedecimo - Busalla
E656	410	10	238,8	Ge. Pontedecimo - Busalla
E660	460	11	258,7	Ge. Pontedecimo - Busalla
EU43	490	12	278,6	Ge. Pontedecimo - Busalla

Tabella 4.1.47: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in doppia trazione simmetrica

<u>Locomotive diesel</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	350	8	199,0	Ge. Pontedecimo - Busalla
D343	300	7	179,1	Ge. Pontedecimo - Busalla
D345	300	7	179,1	Ge. Pontedecimo - Busalla
D361	540	13	298,5	Ge. Pontedecimo - Busalla
D443	330	8	199,0	Ge. Pontedecimo - Busalla
D445	330	8	199,0	Ge. Pontedecimo - Busalla
D752	330	8	199,0	Ge. Pontedecimo - Busalla
D753	330	8	199,0	Ge. Pontedecimo - Busalla
DE520	330	8	199,0	Ge. Pontedecimo - Busalla
G2000	420	10	238,8	Ge. Pontedecimo - Busalla

Tabella 4.1.48: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in doppia trazione simmetrica

Nel caso della linea storica si rileva che è impossibile assemblare convogli in semplice trazione con più di 6 carrelli sia con trazione elettrica che Diesel, mentre in doppia trazione simmetrica è possibile arrivare a 12 carrelli per la trazione elettrica e 13 per la trazione Diesel utilizzando il locomotore D361.

Nella Tabella 4.1.49 e nella Tabella 4.1.50 sono riportati i limiti dovuti alla lunghezza delle stazioni per la linea 72 sia nel caso della linea storica che nel caso della linea succursale. E' da sottolineare che vanno escluse dalla pianificazione per i sorpassi le stazioni di Rivarolo e Bolzaneto, che possiedono dimensione ridotta non in grado di accogliere convogli con almeno 20 carri merci.

Stazioni	Lungh. binari (m)	carri trainati in semplice trazione*	carri trainati in doppia trazione simmetrica*
Genova Piazza Principe	439,00	21	20
Sampierdarena	575,00	27	26
Rivarolo	262,00	12	11
Bolzaneto	255,00	11	10
Pontedecimo	442,00	21	20
Busalla	593,00	28	27
Ronco Scrivia	609,00	29	28
Arquata	669,00	32	31

* escluso il locomotore.

Tabella 4.1.49: limiti di sviluppo delle stazioni per la linea storica

Stazioni	Lungh. binari (m)	carri trainati in semplice trazione*	carri trainati in doppia trazione simmetrica*
Genova Piazza Principe	439,00	21	20
Ronco Scrivia	609,00	29	28
Arquata	669,00	32	31

* escluso il locomotore.

Tabella 4.1.50: limiti di sviluppo delle stazioni per la linea succursale o diretta

4.1.3.2 Linea 73

Il punto critico della linea 73 è il ramo di collegamento tra Alessandria ed Arquata che presenta tratti con grado di prestazione 9 dalla chilometrica 90,623 di Alessandria Cavalcavia alla chilometrica 123,132 di Arquata Scrivia e livelletta massima dell'11% alla chilometrica 111,082 di Novi San Bovo. Il grado di frenatura è pari ad I all'uscita di Alessandria con limitazione alla velocità massima di 60km/h sulla diramata e I_{a2} in entrata ad Arquata Scrivia con limitazione di 100km/h. Percorrendo la tratta da Arquata Scrivia verso Alessandria il grado di prestazione è costante pari ad I così come quello di frenatura pari a II con limitazione della velocità massima a 100km/h all'uscita di Arquata sul binario legale e di 80km/h su quello illegale alla chilometrica 118,800 di Serravalle; in entrata ad Alessandria Smistamento la velocità massima in diramata è di 60km/h.

Dalla Tabella 4.1.51 alla Tabella 4.1.54 sono riportati il numero di carrelli con cui è possibile assemblare i convogli e le lunghezze complessive nel caso di semplice trazione; dalla Tabella 4.1.55 alla Tabella 4.1.58 sono riportati gli analoghi dati per l'assemblaggio dei treni in doppia trazione simmetrica.

Locomotive elettriche				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	1590	19	398,0	Alessandria - Arquata Scrivia
E402a	1420	17	358,2	Alessandria - Arquata Scrivia
E402b	1630	20	417,9	Alessandria - Arquata Scrivia
E405	1490	18	378,1	Alessandria - Arquata Scrivia
E412	1590	19	398,0	Alessandria - Arquata Scrivia
E424	560	7	159,2	Alessandria - Arquata Scrivia
E444	1010	12	258,7	Alessandria - Arquata Scrivia
E464	1160	14	298,5	Alessandria - Arquata Scrivia
E484	1570	19	398,0	Alessandria - Arquata Scrivia
E626	1180	14	298,5	Alessandria - Arquata Scrivia
E630	1290	16	338,3	Alessandria - Arquata Scrivia
E632	1400	17	358,2	Alessandria - Arquata Scrivia
E633	1640	20	417,9	Alessandria - Arquata Scrivia
E636	1240	15	318,4	Alessandria - Arquata Scrivia
E640	1140	14	298,5	Alessandria - Arquata Scrivia
E645	1480	18	378,1	Alessandria - Arquata Scrivia
E646	1390	17	358,2	Alessandria - Arquata Scrivia
E652	1710	21	437,8	Alessandria - Arquata Scrivia
E655	1680	21	437,8	Alessandria - Arquata Scrivia
E656	1400	17	358,2	Alessandria - Arquata Scrivia
E660	1500	18	378,1	Alessandria - Arquata Scrivia
EU43	1610	20	417,9	Alessandria - Arquata Scrivia

Tabella 4.1.51: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in semplice trazione

<u>Locomotive diesel</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	1170	14	298,5	Alessandria - Arquata Scrivia
D343	1030	12	258,7	Alessandria - Arquata Scrivia
D345	1030	12	258,7	Alessandria - Arquata Scrivia
D361	1750	21	437,8	Alessandria - Arquata Scrivia
D443	1150	14	298,5	Alessandria - Arquata Scrivia
D445	1150	14	298,5	Alessandria - Arquata Scrivia
D752	1080	13	278,6	Alessandria - Arquata Scrivia
D753	1080	13	278,6	Alessandria - Arquata Scrivia
DE520	1080	13	278,6	Alessandria - Arquata Scrivia
G2000	1420	17	358,2	Alessandria - Arquata Scrivia

Tabella 4.1.52: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in semplice trazione

<u>Locomotive elettriche</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	3650	45	915,4	Arquata Scrivia - Alessandria
E402a	3290	41	835,8	Arquata Scrivia - Alessandria
E402b	3750	46	935,3	Arquata Scrivia - Alessandria
E405	3440	43	875,6	Arquata Scrivia - Alessandria
E412	3700	46	935,3	Arquata Scrivia - Alessandria
E424	1240	15	318,4	Arquata Scrivia - Alessandria
E444	2180	27	557,2	Arquata Scrivia - Alessandria
E464	2690	33	676,6	Arquata Scrivia - Alessandria
E484	3610	4	915,4	Arquata Scrivia - Alessandria
E626	2550	31	636,8	Arquata Scrivia - Alessandria
E630	2990	37	756,2	Arquata Scrivia - Alessandria
E632	3270	40	815,9	Arquata Scrivia - Alessandria
E633	3810	47	955,2	Arquata Scrivia - Alessandria
E636	2690	33	676,6	Arquata Scrivia - Alessandria
E640	2440	30	616,9	Arquata Scrivia - Alessandria
E645	3200	40	815,9	Arquata Scrivia - Alessandria
E646	3260	40	815,9	Arquata Scrivia - Alessandria
E652	3960	49	995,0	Arquata Scrivia - Alessandria
E655	3600	45	915,4	Arquata Scrivia - Alessandria
E656	3000	37	756,2	Arquata Scrivia - Alessandria
E660	3220	40	815,9	Arquata Scrivia - Alessandria
EU43	3700	46	935,3	Arquata Scrivia - Alessandria

Tabella 4.1.53: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in semplice trazione

<u>Locomotive diesel</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	2700	33	676,6	Arquata Scrivia - Alessandria
D343	2390	29	597,0	Arquata Scrivia - Alessandria
D345	2390	29	597,0	Arquata Scrivia - Alessandria
D361	2740	34	696,5	Arquata Scrivia - Alessandria
D443	2680	33	676,6	Arquata Scrivia - Alessandria
D445	2680	33	676,6	Arquata Scrivia - Alessandria
D752	2320	29	597,0	Arquata Scrivia - Alessandria
D753	2320	29	597,0	Arquata Scrivia - Alessandria
DE520	2320	29	597,0	Arquata Scrivia - Alessandria
G2000	3290	41	835,8	Arquata Scrivia - Alessandria

Tabella 4.1.54: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in semplice trazione

<u>Locomotive elettriche</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	1590	39	815,9	Alessandria - Arquata Scrivia
E402a	1420	35	736,3	Alessandria - Arquata Scrivia
E402b	1630	40	835,8	Alessandria - Arquata Scrivia
E405	1490	37	776,1	Alessandria - Arquata Scrivia
E412	1590	39	815,9	Alessandria - Arquata Scrivia
E424	560	14	318,4	Alessandria - Arquata Scrivia
E444	1010	25	537,3	Alessandria - Arquata Scrivia
E464	1160	29	616,9	Alessandria - Arquata Scrivia
E484	1570	39	815,9	Alessandria - Arquata Scrivia
E626	1180	29	616,9	Alessandria - Arquata Scrivia
E630	1290	32	676,6	Alessandria - Arquata Scrivia
E632	1400	35	736,3	Alessandria - Arquata Scrivia
E633	1640	41	855,7	Alessandria - Arquata Scrivia
E636	1240	31	656,7	Alessandria - Arquata Scrivia
E640	1140	28	597,0	Alessandria - Arquata Scrivia
E645	1480	37	776,1	Alessandria - Arquata Scrivia
E646	1390	34	716,4	Alessandria - Arquata Scrivia
E652	1710	42	875,6	Alessandria - Arquata Scrivia
E655	1680	42	875,6	Alessandria - Arquata Scrivia
E656	1400	35	736,3	Alessandria - Arquata Scrivia
E660	1500	37	776,1	Alessandria - Arquata Scrivia
EU43	1610	40	835,8	Alessandria - Arquata Scrivia

Tabella 4.1.55: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in doppia trazione simmetrica

<u>Locomotive diesel</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	1170	29	616,9	Alessandria - Arquata Scrivia
D343	1030	25	537,3	Alessandria - Arquata Scrivia
D345	1030	25	537,3	Alessandria - Arquata Scrivia
D361	1750	43	895,5	Alessandria - Arquata Scrivia
D443	1150	28	597,0	Alessandria - Arquata Scrivia
D445	1150	28	597,0	Alessandria - Arquata Scrivia
D752	1080	27	577,1	Alessandria - Arquata Scrivia
D753	1080	27	577,1	Alessandria - Arquata Scrivia
DE520	1080	27	577,1	Alessandria - Arquata Scrivia
G2000	1420	35	736,3	Alessandria - Arquata Scrivia

Tabella 4.1.56: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in doppia trazione simmetrica

<u>Locomotive elettriche</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	3650	91	1850,7	Arquata Scrivia - Alessandria
E402a	3290	82	1671,6	Arquata Scrivia - Alessandria
E402b	3750	93	1890,5	Arquata Scrivia - Alessandria
E405	3440	86	1751,2	Arquata Scrivia - Alessandria
E412	3700	92	1870,6	Arquata Scrivia - Alessandria
E424	1240	31	656,7	Arquata Scrivia - Alessandria
E444	2180	54	1114,4	Arquata Scrivia - Alessandria
E464	2690	67	1373,1	Arquata Scrivia - Alessandria
E484	3610	90	1830,8	Arquata Scrivia - Alessandria
E626	2550	63	1293,5	Arquata Scrivia - Alessandria
E630	2990	74	1512,4	Arquata Scrivia - Alessandria
E632	3270	81	1651,7	Arquata Scrivia - Alessandria
E633	3810	95	1930,3	Arquata Scrivia - Alessandria
E636	2690	67	1373,1	Arquata Scrivia - Alessandria
E640	2440	61	1253,7	Arquata Scrivia - Alessandria
E645	3200	80	1631,8	Arquata Scrivia - Alessandria
E646	3260	81	1651,7	Arquata Scrivia - Alessandria
E652	3960	99	2009,9	Arquata Scrivia - Alessandria
E655	3600	90	1830,8	Arquata Scrivia - Alessandria
E656	3000	75,	1532,3	Arquata Scrivia - Alessandria
E660	3220	80	1631,8	Arquata Scrivia - Alessandria
EU43	3700	92	1870,6	Arquata Scrivia - Alessandria

Tabella 4.1.57: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in doppia trazione simmetrica

Locomotive diesel				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	2700	67	1373,1	Arquata Scrivia - Alessandria
D343	2390	59	1213,9	Arquata Scrivia - Alessandria
D345	2390	59	1213,9	Arquata Scrivia - Alessandria
D361	2740	68	1393,0	Arquata Scrivia - Alessandria
D443	2680	67	1373,1	Arquata Scrivia - Alessandria
D445	2680	67	1373,1	Arquata Scrivia - Alessandria
D752	2320	58	1194,0	Arquata Scrivia - Alessandria
D753	2320	58	1194,0	Arquata Scrivia - Alessandria
DE520	2320	58	1194,0	Arquata Scrivia - Alessandria
G2000	3290	82	1671,6	Arquata Scrivia - Alessandria

Tabella 4.1.58: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in doppia trazione simmetrica

Nella Tabella 4.1.59 sono riportati i limiti dovuti alla lunghezza delle stazioni per la linea 73, in cui è evidenziato che il limite massimo di convogli transitabili può essere composto da 29 carri nel caso di semplice trazione e di 28 carri nel caso di doppia trazione. Questo limite è condizionato dalla lunghezza della stazione di Alessandria.

Stazioni	Lungh. binari (m)	carri trainati in semplice trazione*	carri trainati in doppia trazione simmetrica*
Arquata Scrivia	669	32	31
Novi Ligure	627	30	29
Alessandria	601	29	28

* escluso il locomotore.

Tabella 4.1.59: limiti di sviluppo delle stazioni

Sulla linea 73 non sussistono problemi particolari per la composizione dei convogli, infatti anche in semplice trazione è possibile trainare anche 21 carri con i locomotori E652, E655 e D361 senza per questo avere problemi agli organi di aggancio. Addirittura in doppia trazione il numero massimo di carri trainabile sale a 43 per il locomotore D361, di conseguenza la potenzialità della linea non è più vincolato al tracciato quasi pianeggiante od ai mezzi di trazione quanto alla lunghezza delle stazioni.

4.1.3.3 Linea 76

La linea 76 è caratterizzata da un tracciato avente grado di prestazione massimo pari a 18 nelle tratte tra Acqui terme e Molare (dalla chilometria 58,175 alla 45,430) con il tratto compreso tra Visone e Molare caratterizzato dalla pendenza del 16‰; nel tratto tra lo sbocco della galleria di Cremolino (chilometrica 46,9) ad Ovada il grado di frenatura massimo è pari a V con velocità massima di 85km/h.

Il secondo tracciato che unisce Alessandria direttamente con Genova tramite Ovada è caratterizzato dal grado di prestazione 18 tra Ovada e Campoligure con una pendenza

del 16‰ e grado di frenatura massimo pari a V con velocità massima in linea di 80km/h.

La Tabella 4.1.60 e la Tabella 4.1.61 individuano il numero massimo di carri rimorchiabili in semplice trazione sulla linea 76, mentre la Tabella 4.1.62 e la Tabella 4.1.63 indicano il numero di carri quando viene utilizzata la doppia trazione.

Locomotive elettriche				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	950	11	238,8	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E402a	840	10	218,9	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E402b	960	12	258,7	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E405	890	11	238,8	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E412	960	12	258,7	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E424	350	4	99,5	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E444	600	7	159,2	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E464	720	9	199,0	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E474	950	11	238,8	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E484	930	11	238,8	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E626	700	8	179,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E630	760	9	199,0	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E632	820	10	218,9	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E633	970	12	258,7	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E636	740	9	199,0	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E640	690	8	179,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E645	890	11	238,8	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E646	810	10	218,9	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E652	1000	12	258,7	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E655	1000	12	258,7	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E656	830	10	218,9	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E660	910	11	238,8	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
EU43	960	12	258,7	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
* anche "Bivio Polcevera - Ge. Borzoli" ; "Ge. Borzoli - Mele" ; "Ovada - Imbocco Galleria Cremolino"				

Tabella 4.1.60: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in semplice trazione

Locomotive diesel				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	690	8	179,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D343	610	7	159,2	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*

Master Plan della Logistica del Nord Ovest

Le conoscenze

D345	610	7	159,2	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D443	680	8	179,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D445	680	8	179,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D752	660	8	179,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D753	660	8	179,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
DE520	660	8	179,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
G2000	840	10	218,9	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*

* anche "Bivio Polcevera - Ge. Borzoli" ; "Ge. Borzoli - Mele" ; "Ovada - Imbocco Galleria Cremolino"

Tabella 4.1.61: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in semplice trazione

Locomotive elettriche				
Modello	massa rimorchiabile	n carrelli max	lunghezza	Tratto
E189	950	23	497,5	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E402a	840	21	457,7	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E402b	960	24	517,4	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E405	890	22	477,6	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E412	960	24	517,4	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E424	350	8	199,0	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E444	600	15	338,3	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E464	720	18	398,0	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E484	930	23	497,5	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E626	700	17	378,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E630	760	19	417,9	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E632	820	20	437,8	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E633	970	24	517,4	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E636	740	18	398,0	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E640	690	17	378,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E645	890	22	477,6	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E646	810	20	437,8	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E652	1000	25	537,3	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E655	1000	25	537,3	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*

E656	830	20	437,8	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
E660	910	22	477,6	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
EU43	960	24	517,4	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*

* anche "Bivio Polcevera - Ge. Borzoli" ; "Ge. Borzoli - Mele" ; "Ovada - Imbocco Galleria Cremolino"

Tabella 4.1.62: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in doppia trazione simmetrica

<u>Locomotive diesel</u>				
Modello	massa rimorchiabile	n carrelli max	lunghezza	Tratto
D220	690	17	378,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D343	610	15	338,3	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D345	610	15	338,3	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D443	680	17	378,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D445	680	17	378,1	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D752	660	16	358,2	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
D753	660	16	358,2	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
DE520	660	16	358,2	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*
G2000	840	21	457,7	Quadrivio Torbella - Bivio Polcevera*

* anche "Bivio Polcevera - Ge. Borzoli" ; "Ge. Borzoli - Mele" ; "Ovada - Imbocco Galleria Cremolino"

Tabella 4.1.63: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in doppia trazione simmetrica

Per la linea 76 vengono considerate solo le stazioni che congiungono Genova con Alessandria senza considerare la tratta che conduce ad Acqui Terme.

Stazioni	Lungh. binari (m)	carri trainati in semplice trazione*	carri trainati in doppia trazione simmetrica*
Bivio Polcevera – Ovada Borzoli	357	16	15
Granara	335	15	14
Acquasanta	350	16	15
Mele	270	12	11
Campoligure	415	19	18
Rossiglione	455	21	20
Ovada	405	19	18
Ovada Nord	589	28	27

Rocca Grimalda	541	26	25
Predosa	639	31	30
Castellazzo Bormida	596	28	27
Alessandria	601	29	28
* escluso il locomotore.			

Tabella 4.1.64: limiti di sviluppo delle stazioni

Dall'analisi precedente si osserva che il limite di linea non permette la circolazione di treni in semplice trazione con più di 12 carri, mentre si arriva al limite a 25 carri in doppia trazione. Limiti maggiori si hanno sulle stazioni che nella parte ligure permettono la sosta per sorpasso a convoglio dotati, al massimo, in semplice trazione di 21 carri e 20 carri in doppia trazione simmetrica (stazione di Rossiglione). Nella zona piemontese i limiti sono decisamente più dilatati e non è un problema permettere la circolazione di convogli composti da 25 carri.

4.1.3.4 Linea 74

La linea 74 non presenta particolari problematiche dal punto di vista dell'assemblaggio dei convogli ferroviari, infatti il suo grado di prestazione massimo, nella tratta di interesse è pari a 7, e grado di frenatura II con velocità massima in diramata di 30km/h, la Tabella 4.1.65e la Tabella 4.1.66 riportano i valori ottenibili in singola trazione nel verso di percorrenza più penalizzante, mentre la Tabella 4.1.67 e la Tabella 4.1.68 si riferiscono alla situazione in doppia trazione.

Locomotive elettriche				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	1850	23	477.6	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E402a	1660	20	417.9	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E402b	1900	23	477.6	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E405	1750	21	437.8	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E412	1880	23	477.6	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E424	650	8	179.1	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E444	1170	14	298.5	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E464	1360	17	358.2	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E474	1850	23	477.6	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E484	1830	22	457.7	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E626	1370	17	358.2	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E630	1510	18	378.1	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E632	1650	20	417.9	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E633	1930	24	497.5	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E636	1440	18	378.1	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E640	1320	16	338.3	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E645	1720	21	437.8	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E646	1630	20	417.9	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E652	2010	25	517.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E655	1950	24	497.5	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri

E656	1610	20	417.9	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E660	1740	21	437.8	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
EU43	1880	23	477.6	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri

Tabella 4.1.65: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in semplice trazione

<u>Locomotive diesel</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	1370	17	358.2	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D343	1210	15	318.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D345	1210	15	318.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D443	2030	25	517.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D445	1350	16	338.3	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D752	1350	16	338.3	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D753	1250	15	318.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
DE520	1250	15	318.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
G2000	1250	15	318.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri

Tabella 4.1.66: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in semplice trazione

<u>Locomotive elettriche</u>				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
E189	1850	46	955.2	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E402a	1660	41	855.7	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E402b	1900	47	975.1	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E405	1750	43	895.5	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E412	1880	47	975.1	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E424	650	16	358.2	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E444	1170	29	616.9	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E464	1360	34	716.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E474	1850	46	955.2	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E484	1830	45	935.3	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E626	1370	34	716.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E630	1510	37	776.1	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E632	1650	41	855.7	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E633	1930	48	995.0	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E636	1440	36	756.2	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E640	1320	33	696.5	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E645	1720	43	895.5	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E646	1630	40	835.8	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E652	2010	50	1034.8	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E655	1950	48	995.0	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E656	1610	40	835.8	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
E660	1740	43	895.5	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri

EU43	1880	47	975.1	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
------	------	----	-------	---------------------------------

Tabella 4.1.67: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva elettrica in semplice trazione

Locomotive diesel				
Modello	massa rimorchiabile (t)	max numero di carri	lunghezza (m)	Tratto
D220	1370	34	716.4	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D343	1210	30	636.8	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D345	1210	30	636.8	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D443	2030	50	1034.8	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D445	1350	33	696.5	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D752	1350	33	696.5	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
D753	1250	31	656.7	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
DE520	1250	31	656.7	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri
G2000	1250	31	656.7	Ge. Sestri Ponente - Ge. Voltri

Tabella 4.1.68: massa rimorchiabile, max. nr. di carrelli e lunghezza del convoglio assemblato con locomotiva Diesel in semplice trazione

Stazioni	Lungh. binari (m)	carri trainati in semplice trazione*	carri trainati in doppia trazione simmetrica*
Ge. Sampierdarena	575	27	26
Ge. Sestri Ponente	645	31	30
Ge. Voltri	100	4	3

* escluso il locomotore.

Tabella 4.1.69: limiti di sviluppo delle stazioni

Si può osservare che su questa linea è possibile permettere il transito sia in doppia che in semplice trazione di convogli merci con lunghezze considerevoli che superano i 600m. Il limite è dato dalle stazioni che nel caso di Sampierdarena pone il limite fisico di 575m. La stazione di Genova Voltri è indicata, ma non è considerata in quanto nel caso delle merci si deve fare riferimento al sistema che verrà costituito all'interno del porto.

4.1.4 Inquadramento geomorfologico

L'inquadramento geomorfologico è necessario per individuare eventuali fenomeni franosi attivi, che possono interessare la stabilità delle infrastrutture ferroviarie compromettendone la sicurezza con conseguente limitazione della potenzialità in termini di carico assale o, in caso di eventi estremi, il fermo temporaneo della linea. Le informazioni utilizzate provengono dagli studi effettuati dall'Autorità del Po' e dal repertorio cartografico della Regione Liguria. Si osserveranno delle carte che possono essere discrepanti con i fotogrammi, questo è dovuto in prevalenza a problemi di competenza tra gli organi preposti al controllo e gestione del territorio. Per quanto attiene il tracciato della linea ferroviaria, va inteso come indicativo, poiché nelle carte non sempre sono segnalati tratti in galleria, che sono stati ricavati interpolando i dati a

disposizione. Tale situazione non inficia assolutamente l'inquadramento in quanto tutte le perimetrazioni effettuate hanno un carattere aleatorio che deve essere verificato in dettaglio prima dell'esecuzione di qualsiasi opera o manufatto. Su questo presupposto anche l'interpretazione dei fenomeni gravitativi è stata effettuata con spirito conoscitivo del territorio che è una delle principali variabili da considerare nella scelta degli investimenti sul patrimonio esistente e se quello che eventualmente dovrà realizzarsi ad integrazione o sostituzione.

In tutte le linee è stato possibile fornire una caratterizzazione maggiormente dettagliata per l'area ligure, poiché la base di dati della Regione Liguria era maggiormente accessibile, in questo caso sono stati riportati direttamente i fotogrammi con indicate le perimetrazioni delle aree di dissesto e per completezza la cartografia estratta dal sito *internet* dell'Autorità di Bacino del Po'. Per l'area Piemontese le indicazioni sono meno dettagliate e sono state riportate in forma grafica ridotta nei successivi paragrafi.

La realizzazione delle tabelle, per le zone di cui erano disponibili i dati, è stata effettuata indicando la località più vicina in cui sono presenti fenomeni attivi e la tipologia del dissesto. Per chiarezza espositiva i dati sono stati lasciati in forma grafica di cui la Figura 4.1.24 e la Figura 4.1.25 sono le legende sintetiche.



Figura 4.1.24: legenda della simbologia utilizzata sui fotogrammi

Master Plan della Logistica del Nord Ovest
Le conoscenze

LEGENDA
Delimitazione delle aree in dissesto

FRANE			
	A. Delimitazione PVI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area di frana attiva (F1)			
Area di frana quiescente (F2)			
Area di frana stabilizzata (F3)			
Area di frana attiva non perimetrate (F4)	●	●	●
Area di frana quiescente non perimetrate (F4)	○	○	
Area di frana stabilizzata non perimetrate (F4)	□	□	
ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZO			
	A. Delimitazione PVI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area a pericolosità molto elevata (E1)			
Area a pericolosità elevata (E2)			
Area a pericolosità media o moderata (E3)			
Area a pericolosità molto elevata non perimetrate (E4)	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
Area a pericolosità elevata non perimetrate (E4)	◆	◆	
Area a pericolosità media o moderata non perimetrate (E4)	◆◆◆◆	◆◆◆◆	
TRASPORTO DI MASSA SUI CONCOIDI			
	A. Delimitazione PVI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area di conoide attivo non protetta (C1)			
Area di conoide attivo parzialmente protetta (C2)			
Area di conoide non insediamento abitativo e completamente protetta (C3)			
VALANGHE			
	A. Delimitazione PVI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area a pericolosità molto elevata e elevata (V1)			
Area a pericolosità media e moderata (V2)			
Area a pericolosità molto elevata e elevata non perimetrate (V3)	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆
Area a pericolosità media e moderata non perimetrate (V3)	◆◆◆◆	◆◆◆◆	
		Area delimitata ◆◆◆◆	
	Area perimetrate per applicazione subseguente (A1, B-Forme PVI)	Area 4.2 Perimetrazione delle aree in dissesto 1:10.000 - 1:5.000	Area 4.1 Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato 1:10.000 - 1:5.000
		Area applicata (A1, B-Forme PVI)	Tavola PS027 Tavola Integrazioni 2001
Area interessata dalla delimitazione delle fasce fluviali Limite tra le fasce B e la Fascia C Limite di progetto tra la fascia B e la Fascia C Limite di bacino idrografico del Fiume Po			

Figura 4.1.25: legenda della simbologia utilizzata dalle carte dell'Autorità di Bacino

Nel seguito sarà fatto uso nella catalogazione dei dissesti alla terminologia definita dalla Rivista Italiana di Geotecnica di cui si riporta un estratto delle definizioni principali schematizzate nella Figura 4.1.26 e nella Figura 4.1.27.

- **Frana attiva:** attualmente in movimento.
- **Frana sospesa:** si è mossa entro l'ultimo ciclo stagionale ma non attiva attualmente.
- **Frana riattivata:** di nuovo attiva (1) dopo essere stata inattiva (4).
- **Frana inattiva:** si è mossa l'ultima volta prima dell'ultimo ciclo stagionale. Le frane inattive si possono dividere ulteriormente negli stati 5-8.
- **Frana quiescente:** frana inattiva (4) che può essere riattivata (3) dalle sue cause originali.

- **Frana naturalmente stabilizzata o inattiva:** frana inattiva (4) che è stata protetta dalle sue cause originali.
- **Frana artificialmente stabilizzata:** frana inattiva (4) che è stata protetta dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione.

Frana relitta: frana inattiva (4) che si è sviluppata in condizioni geomorfologiche o climatiche considerevolmente diverse dalle attuali.

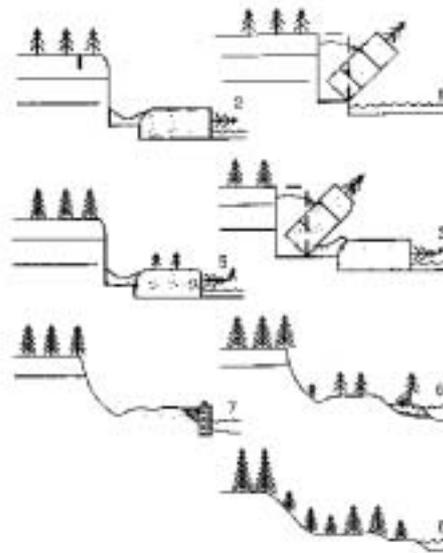


Figura 4.1.26: Frane da ribaltamento con diversi stati di attività. 1) Attiva: l'erosione all'unghia del pendio causa il ribaltamento di un blocco. 2) Sospesa: fessurazione locale nel coronamento del ribaltamento. 3) Riattivata: un altro blocco ribalta, disturbando il materiale precedentemente spostato. 5) Quiescente: la massa spostata riprende la sua copertura vegetale, le scarpate sono modificate dalla degradazione meteorica. 6) Naturalmente stabilizzata: la deposizione fluviale ha protetto l'unghia del pendio, la scarpata riprende la sua copertura vegetale. 7) Artificialmente stabilizzata: un muro protegge l'unghia del pendio. 8) Relitta: si è stabilita una copertura vegetale uniforme

- **Crollo:** fenomeno che inizia con il distacco di terra o roccia da un pendio acclive lungo una superficie lungo la quale lo spostamento di taglio è nullo o limitato. Il materiale si muove quindi nell'aria per caduta libera, rimbalzo e rotolamento.
- **Ribaltamento:** rotazione in avanti, verso l'esterno del versante, di una massa di terra o roccia, intorno ad un punto o un asse situato al di sotto del centro di gravità della massa spostata.
- **Scioglimento:** movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.
- **Espansione:** movimento di un terreno coesivo o di un ammasso roccioso, in seguito all'estrusione e allo spostamento di un livello di materiale meno competente sottostante, associate alla subsidenza della massa fratturata. La superficie di rottura non è una superficie di intensa deformazione di taglio. L'espansione può essere causata dalla liquefazione o dal flusso del materiale a bassa competenza.
- **Colamento:** movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. La distribuzione delle velocità nella massa spostata è analoga a quella all'interno di un fluido viscoso.

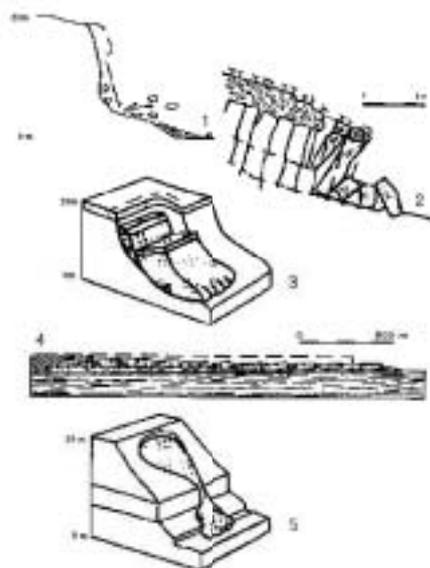


Figura 4.1.27: Tipi di frana. Le frecce mostrano le traiettorie dei singoli frammenti che formano la massa spostata.

4.1.4.1 Linea 72



Figura 4.1.28: Fotogramma su Principe e Sampierdarena



Figura 4.1.29: Fotogramma su Coronata-Borzoli-Teglia

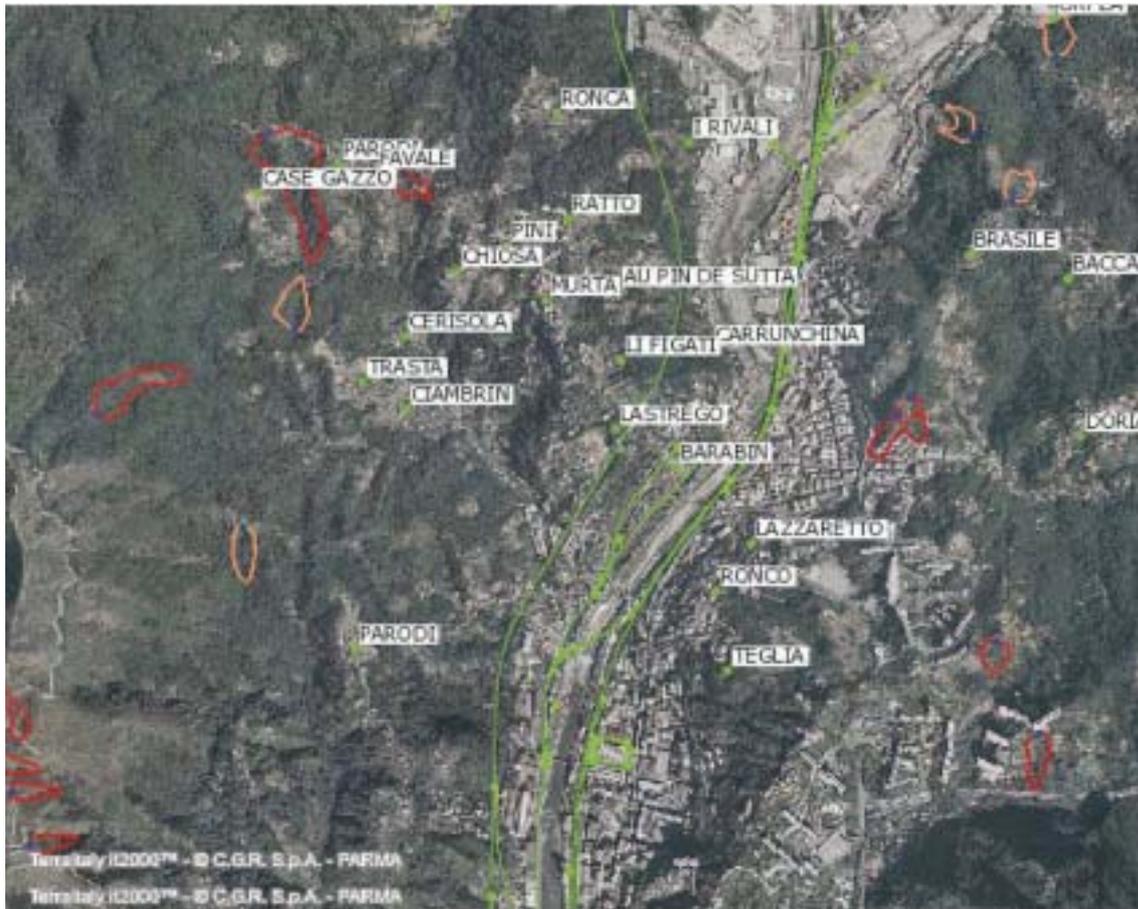


Figura 4.1.30: Fotogramma su Brasile-I Rivali



Figura 4.1.31: Fotogramma su San Biagio-San Quirico-Pontedecimo

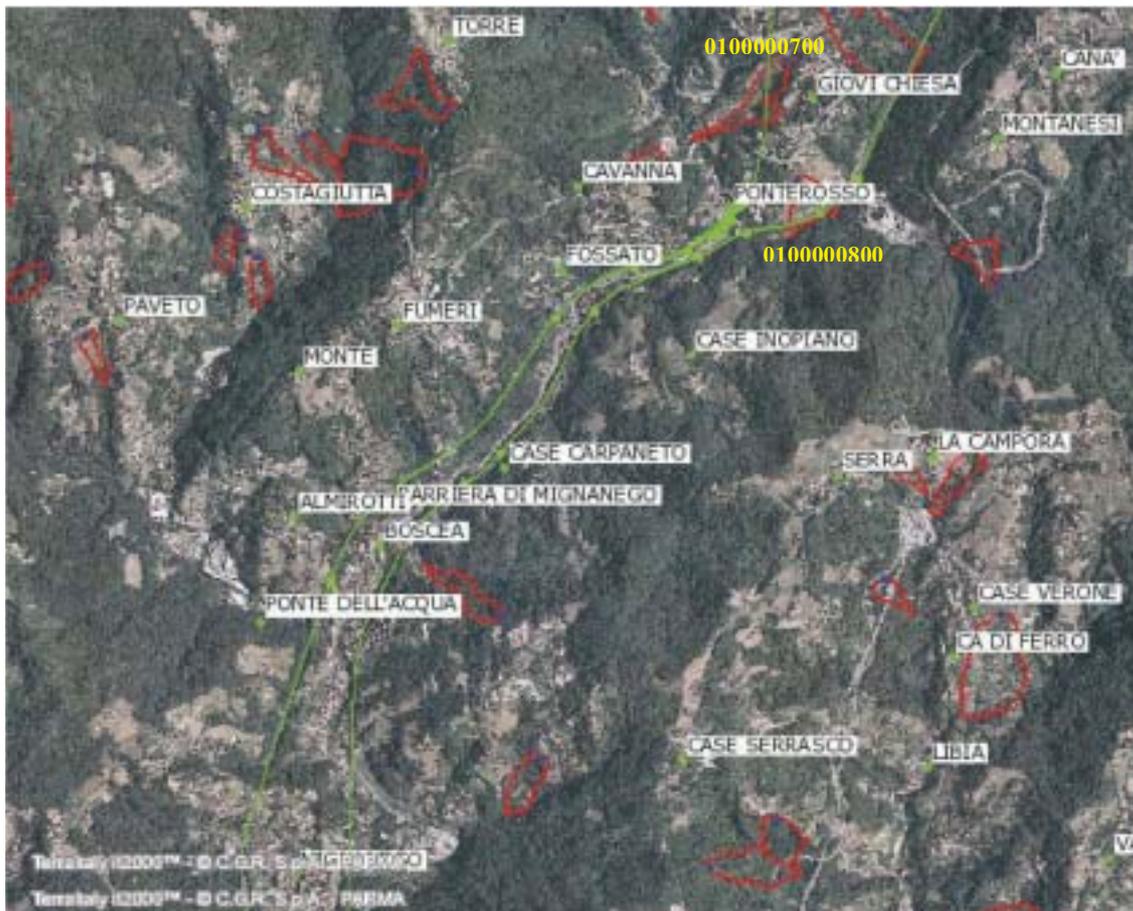


Figura 4.1.33: Fotogramma su Ponterosso-Giovi Chiesa

IDFRANA	010000800	IDFRANA	010000700
COD_FRANA	010035010	COD_FRANA	010035008
TIPO	scivolamento/scorrimento	TIPO	colamento rapido
STATO	attivo	STATO	non determinato
AUT_BAC	Autorità di Bacino Ligure	AUT_BAC	Autorità di Bacino Ligure
		Denominazione	GENOVA-MILANO
		Numero di binari	2
		Ente Gestore	Ferrovie dello Stato
		Sede	In galleria/sotterranea
		Stato	In esercizio
		Tipo Tratto	Ferrovia Ordinaria
		Elettrificata	Linea elettrificata
		Scartamento	Standard

Master Plan della Logistica del Nord Ovest
Le conoscenze**Figura 4.1.34: Fotogramma su Migliarina-Passo dei Giovi**

IDFRANA	010000600
COD_FRANA	010035007
TIPO	colamento lento
STATO	attivo
AUT_BAC	Autorità di Bacino Ligure
Denominazione	GENOVA-RONCO SCRIVIA
Numero di binari	2
Ente Gestore	Ferrovie dello Stato
Sede	In galleria/sotterranea
Stato	In esercizio
Tipo Tratto	Ferrovia Ordinaria
Elettrificata	Linea elettrificata
Scartamento	Standard