

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



Scuola Politecnica e Delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di Laurea in
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E
IL TERRITORIO

Presentazione della Tesi di Laurea
“PROGETTAZIONE IN SICUREZZA DI UN
SISTEMA DI CONTROLLO MARCIA TRENO
DI UNA LINEA REGIONALE ”

Relatore
Ch.mo Prof. Vincenzo Torrieri
Correlatore
Ing. Deborah Sanzari

Candidata
Irina Di Ruocco
Matr. N49/13

Scopo del lavoro :

Progettare in sicurezza un Sistema di Controllo di Marcia Treno (SCMT) di una linea ferroviaria della Regione Campania

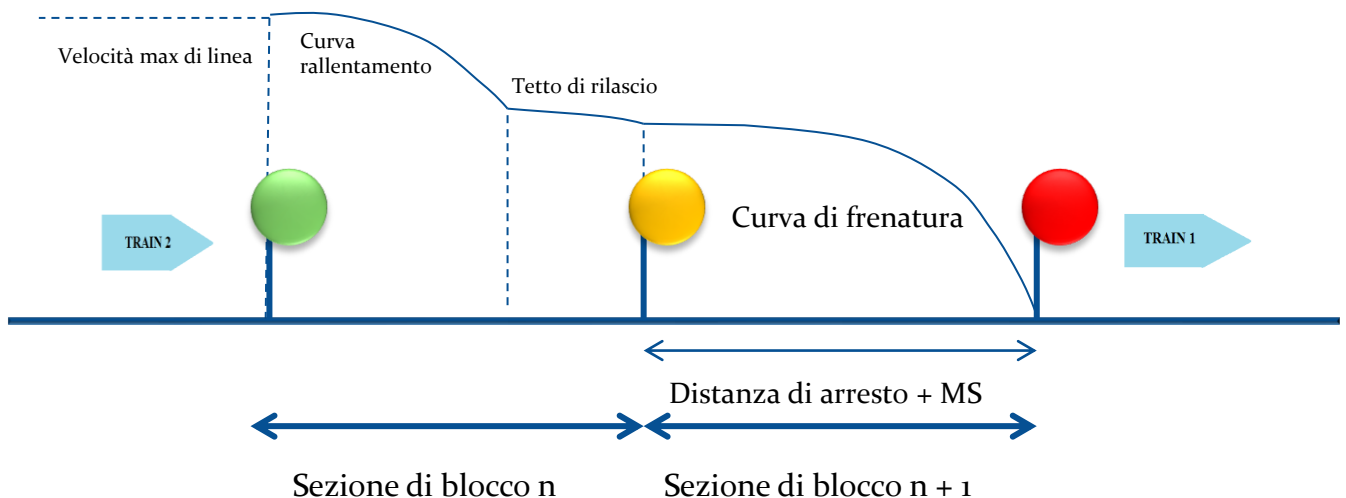
Piano del lavoro

- Si progettano le sezioni di blocco della linea 7 (ex Cumana) dell'E.A.V. applicando il modello di frenatura sviluppato da Ferrovie dello Stato e Trenitalia per i Sistemi di Controllo Marcia Treno (SCMT) per il calcolo della distanza di arresto (S_c) e della curva di frenatura.
- Si definiscono le progressive di posizionamento delle boe commutative tramite la curva di frenatura ottenuta dal modello SCMT.
- Si confronta la potenzialità della linea con i tre diversi sistemi di segnalamento : attuale, con infittimento delle sezioni di blocco e con inserimento di boe commutative

Progettazione in sicurezza di un sistema di controllo marcia treno di una linea regionale

Il segnalamento e la Teoria del blocco

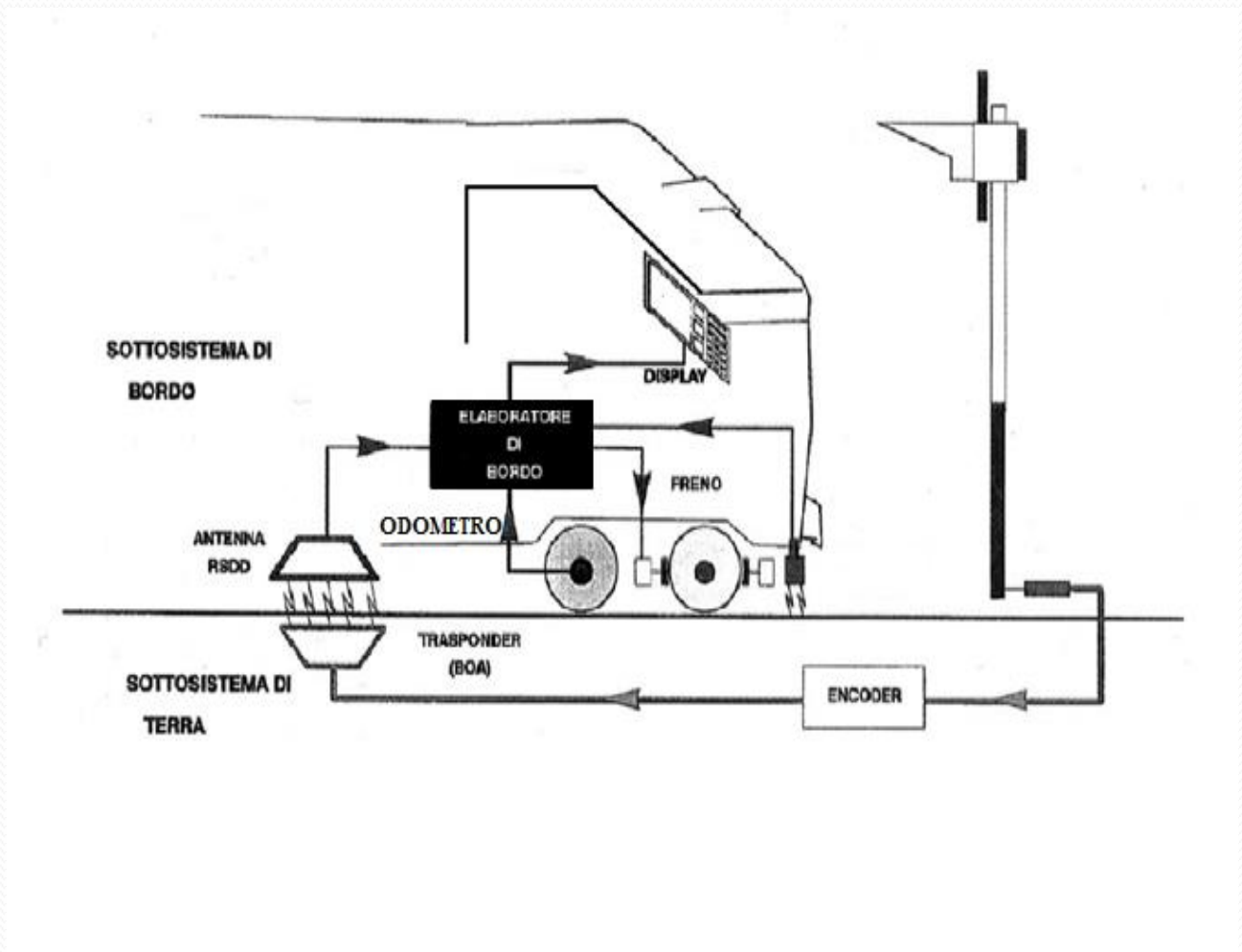
- Un **sistema di segnalamento** garantisce la circolazione in sicurezza dei treni.
- La sicurezza della circolazione è garantita dalla **trasmissione di informazioni** tra bordo e terra. Le informazioni riguardano lo stato della linea a valle.
- I **segnali luminosi** di linea possono essere a due o a tre aspetti. I primi sono detti **di protezione**, i secondi **di avviso**.
- La distanza tra due segnali è detta **sezione di blocco**. Essa è un tratto di linea in cui può viaggiare un solo veicolo alla volta. La posizione dei segnali si ricava dallo spazio di arresto S_c .
- Determinato il distanziamento spaziale si ricava la Potenzialità teorica di linea (P).



Il Sistema di Controllo Marcia Treno

Le funzioni

L'SCMT (Sistema di Controllo Marcia Treno) è un sistema di segnalamento in linea che garantisce la marcia in sicurezza dei convogli. Il sistema è dotato delle funzioni di **supervisione** ed **intervento**: è un sistema cosiddetto di Automatic Train Protection in grado di azionare la frenatura d'emergenza se necessaria. Viene utilizzato sulle linee AV e sulle linee regionali



Il Sistema di Controllo Marcia Treno Analogie con il sistema ERTMS/ETCS

ERTMS (*European Railway Train Management System*) mira all'**Interoperabilità** delle linee ferroviarie di AV sul territorio Europeo. I sistemi ferroviari nazionali adegueranno i sistemi di segnalamento allo standard ETCS

L'ERTMS si suddivide in ETCS e GSM-R



ETCS (*European Train Control System*) è lo standard relativo al segnalamento e prevede 5 diversi **livelli operativi** :

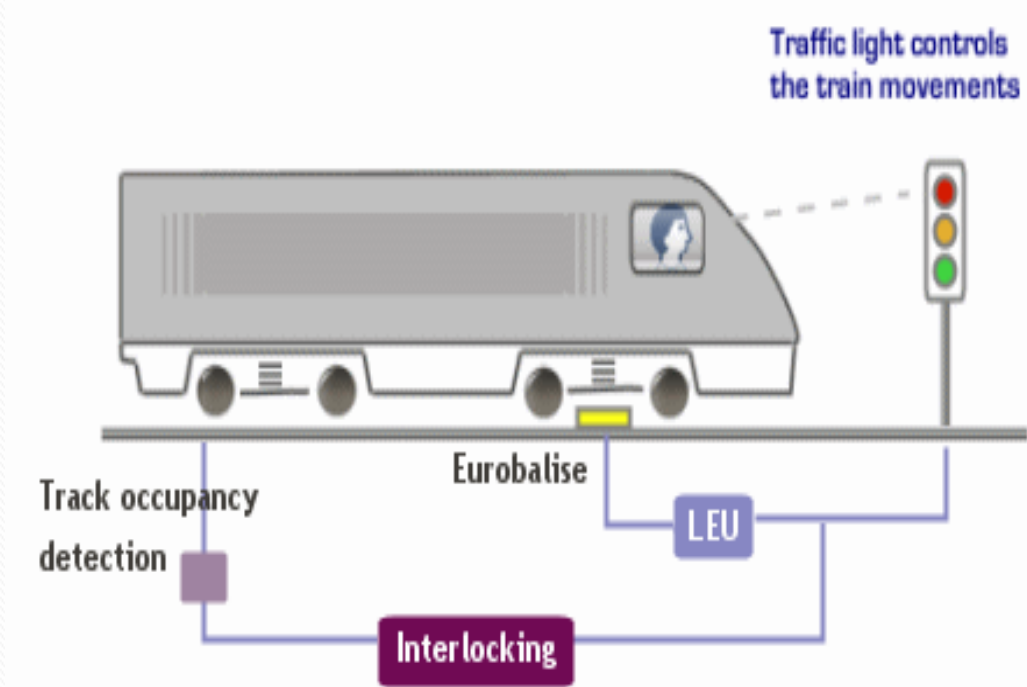
- Livello 0
- Livello STM (Specific Transmission Module)
- Livello 1
- Livello 2
- Livello 3



Il Sistema di Controllo Marcia Treno

Analogie tra SCMT ed ETCS L1

Il Sistema di Controllo Marcia Treni SCMT oggi è largamente diffuso sulle linee regionali RFI ed equivale ad un ETCS L1. ETCS L1 è il livello che prevede un treno attrezzato con sistema ETCS che viaggia su una linea attrezzata con Boe del tipo Eurobalises.



SST :

- Eurobalise o Boe;
- Cdb.

Il SST fornisce la Movement Authority nel rispetto della posizione dei treni in linea e del segnalamento

SSB :

- Riceve e codifica la MA
- Svolge la funzione Cab Signalling
- Calcola la Dynamic Speed Profile
- Confronta la velocità del treno con la velocità massima consentita di linea

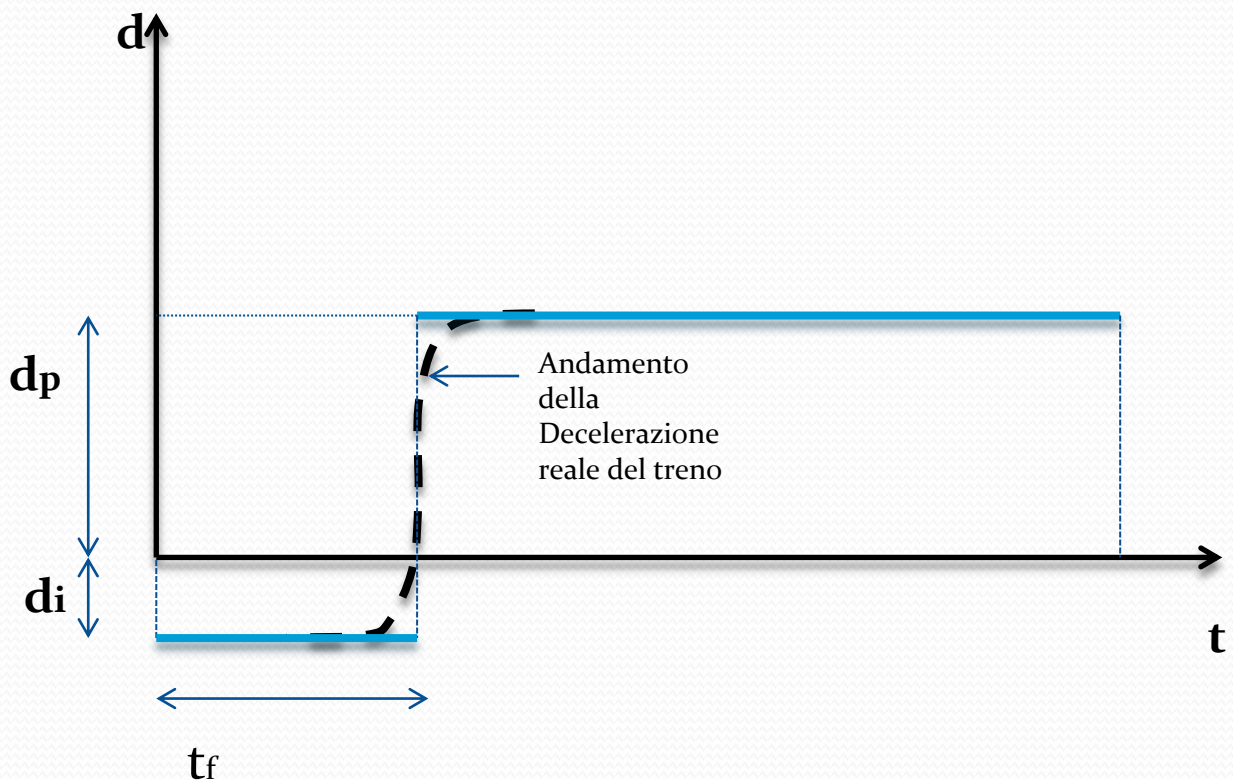
Modello di frenatura per SCMT

Campo di validità e le ipotesi alla base del modello

- Il comando di stacco trazione e il comando di frenatura d'emergenza sono considerati simultanei
- Sono esclusi gli errori del sistema odometrico
- Sono esclusi i tempi di trasmissione dell'informazione dal SST al SSB
- Sono esclusi i tempi di percezione e reazione del macchinista
- Il diagramma della decelerazione in funzione del tempo è un diagramma a scalino

CAMPO DI VALIDITA' :

- Velocità max iniziale 220 km/h
- Pendenza tracciato compresa tra -35‰ e +35‰
- Lunghezza del treno max 1000 m
- Massa del treno max 2000 ton
- Percentuale di peso frenato max 160
- Freno Elettro Pneumatico attivo o meno

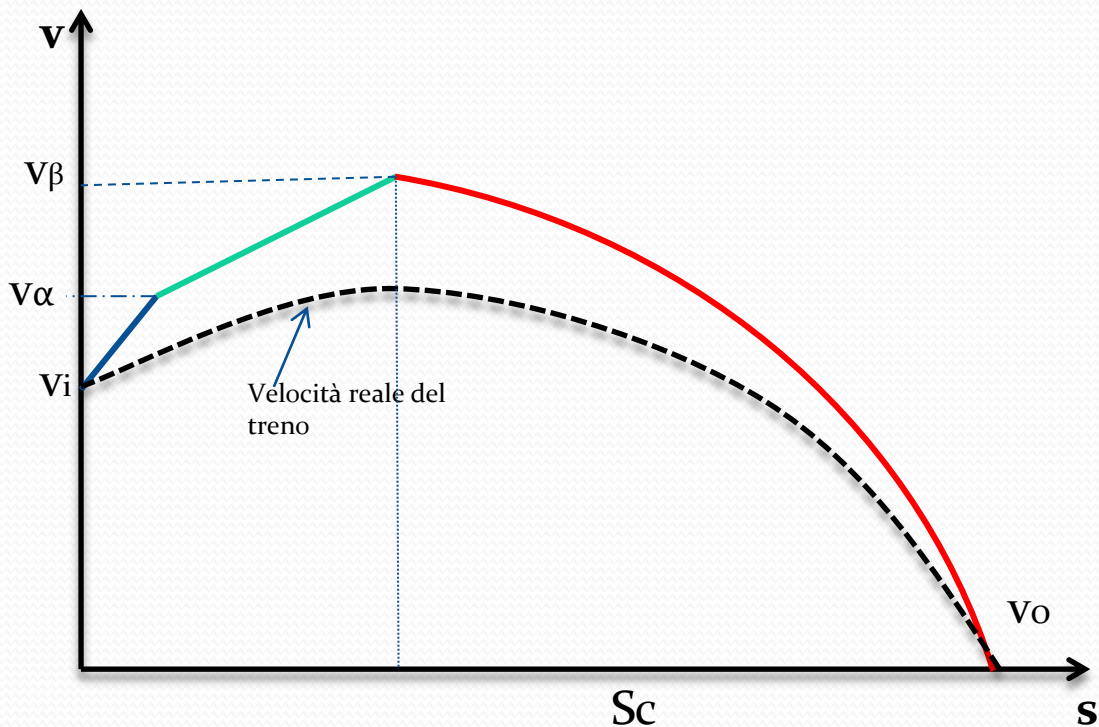


Modello di frenatura per SCMT

Le variabili del modello

Il modello di frenatura scompone la manovra di arresto in due fasi :nella prima la decelerazione dovuta ai freni è considerata nulla,nella seconda la decelerazione dovuta ai freni è quella massima.

$$S_c = (h + t_t) \frac{v + v_\alpha}{2} + (t_f - t_t) \frac{v_\alpha + v_\beta}{2} + \frac{v_\beta^2 - v_0^2}{2(dp + di)}$$

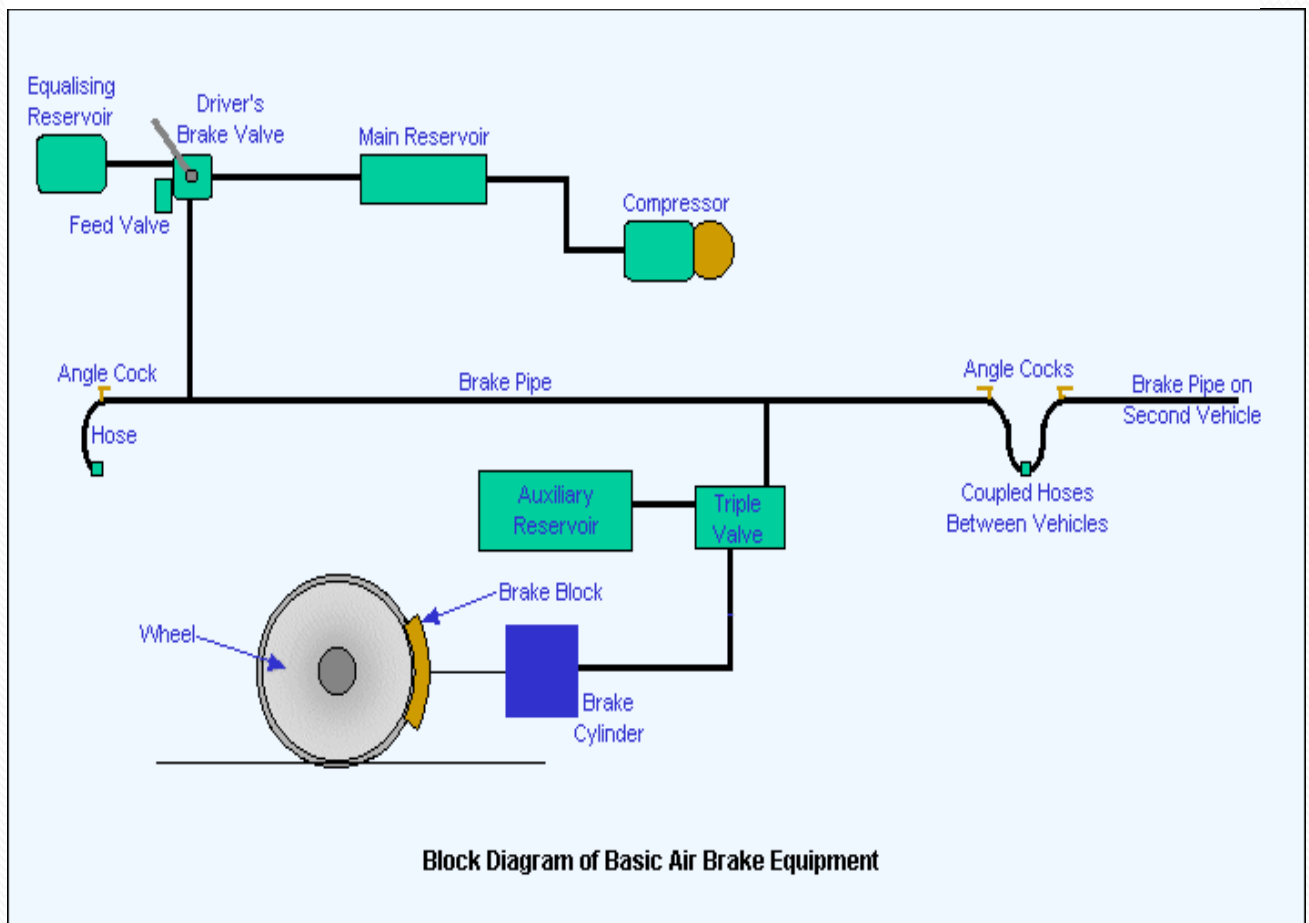


← Prima fase → Seconda fase →

Modello di frenatura per SCMT

Il freno pneumatico

Freno meccanico ad aria o pneumatico. Utilizza aria compressa come fluido motore per azionare la manovra di frenatura.



Linea 7 : progettazione delle sezioni di blocco

Gli scenari

La progettazione delle sezioni di blocco per due diversi scenari della linea 7

Scenario 0

Scenario 1

Scenario 2

Circolazione a vista (mediante segnali luminosi)
Sezioni di blocco tra segnali uscita e ingresso stazione

Circolazione a vista (mediante segnali luminosi)
Progettazione di un nuovo layout delle sezioni di blocco mediante modello SCMT

Circolazione con Cab Signalling
Definizione della posizione delle boe mediante modello SCMT

Linea 7 : progettazione delle sezioni di blocco

Gli scenari

Scenario 0

Esiste un'unica sezione di blocco tra due stazioni consecutive. La sezione di blocco è individuata dal segnale di uscita della prima stazione e del segnale di ingresso della stazione successiva.

Tra due veicoli vi è sempre una sezione di blocco libera.



Linea 7 : progettazione delle sezioni di blocco

Gli scenari

Scenario 1

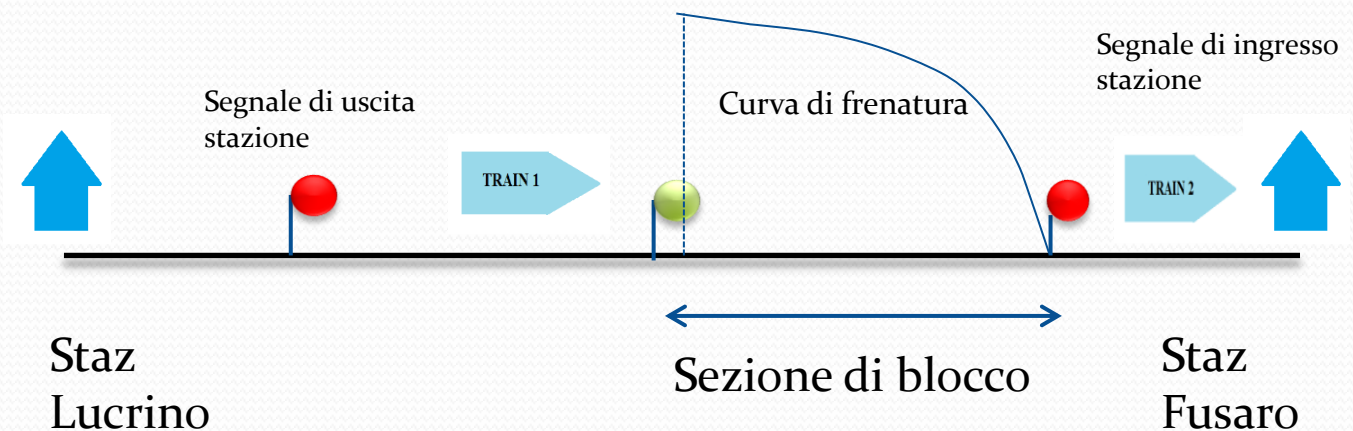
Infittimento delle sezione di blocco

Per il posizionamento dei segnali luminosi aggiuntivi si calcola S_c con il modello SCMT assumendo:

Velocità max di linea

Velocità obiettivo pari a 0

Pendenza più sfavorevole per la frenatura

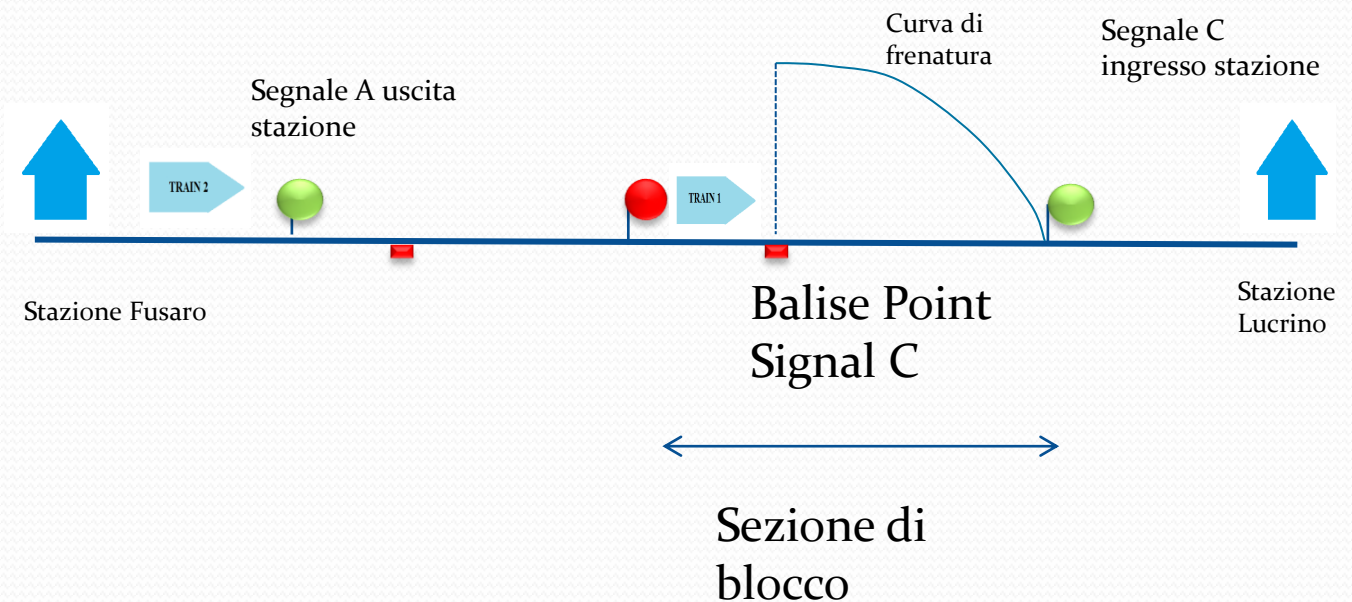


Linea 7 : progettazione delle sezioni di blocco Gli scenari

Scenario 2

Inserimento BOE

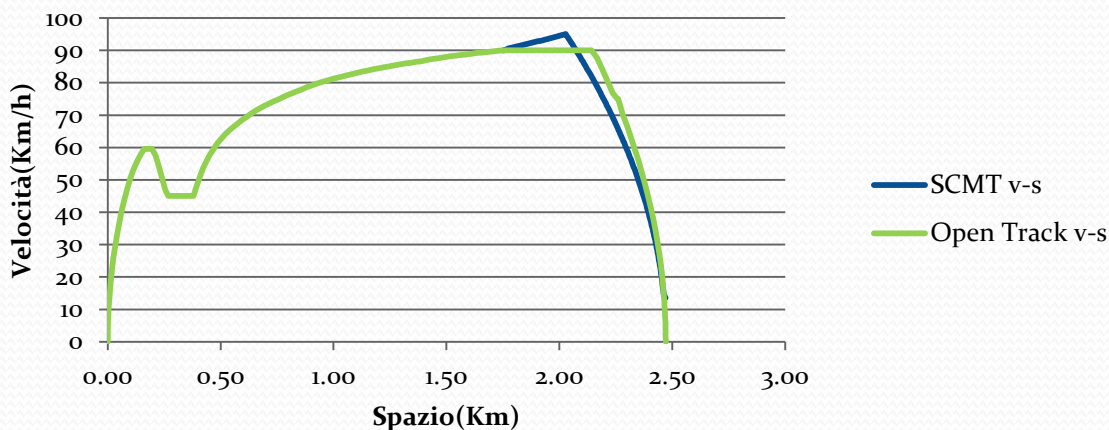
Velocità max di linea
Vo del segnalamento
Pendenza media pesata
Calcolo della curva di arresto con
pendenza media pesata



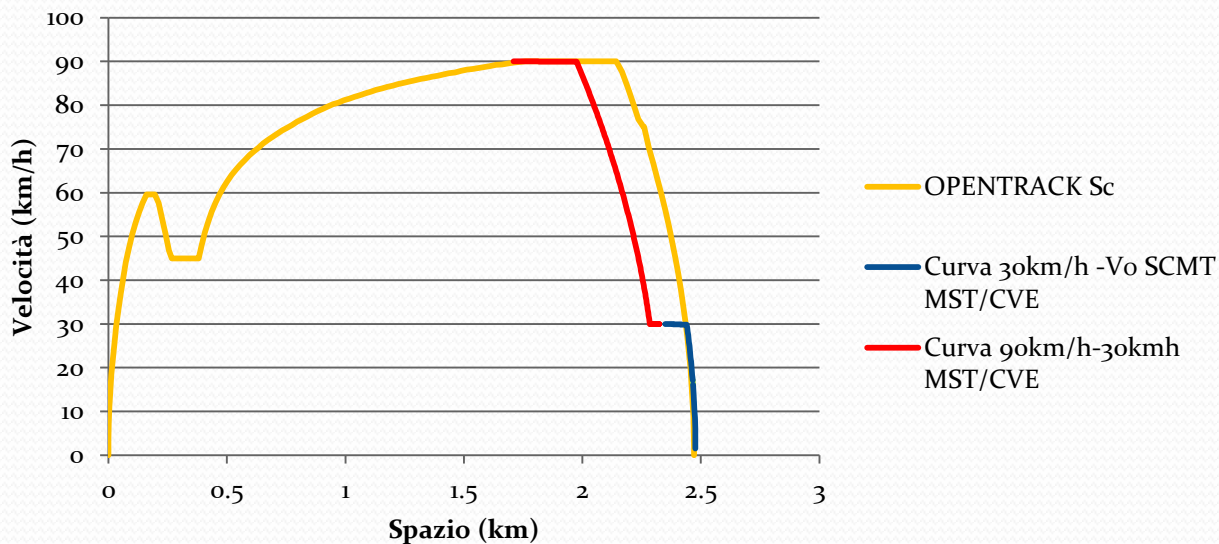
Linea 7 : progettazione delle sezioni di blocco

Analisi dei risultati

Curva di frenatura MST / CVE Scenario 1



Curva di frenatura MST/CVE Scenario 2



Linea 7 : progettazione delle sezioni di blocco

Calcolo della Potenzialità Teorica

$$P = \frac{VT}{s + \lambda + d + D + l + Vt_m}$$

V [km/h]	80
T [h]	1
T _m [min]	5
L [km]	0,051

	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2
d [km]	0	0	0,622
D [km]	2,137	1,639	1,639

I risultati sono sintetizzati nella seguente tabella

Potenzialità Scenario 0 [veicoli/h]	9,062075	9
Potenzialità Scenario 1 [veicoli/h]	9,603842	9
Potenzialità Scenario 2 [veicoli/h]	10,71524	10