

---

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DEI  
TRASPORTI**

Corso di

**Tecnica e gestione dei trasporti**

Prof. Luigi Biggiero

***Costi standard”***

***Seminario a cura di Francesco Murolo***

# I Costi standard

---

Nell'ambito del Comitato ristretto della Commissione ASSTRA sui Costi Standard – Gruppo Ferro è stato progettato un algoritmo con la finalità di definire una metodologia di analisi per il calcolo del “costo standard” per il trasporto ferroviario.

Un primo passo è stato quello di individuare due principali macro aree: **il Trasporto e l'Infrastruttura.**

# I Costi standard

---

La principale difficoltà incontrata nello sviluppo dell'attività è stata quella di definire dei criteri di **standardizzazione** in un quadro fortemente **eterogeneo** sia per il Trasporto che, ancor di più, per l'Infrastruttura, e sia in termini di **organizzazione** che in termini di **tecnologie adottate**.

# I Costi standard

---

Basti pensare quanto siano diversi i sistemi per:

- scartamento;
- fabbricati di stazione;
- sistemi di distanziamento treni;
- di automazione e telecomunicazione;
- densità di postazioni di presenziamento (stazioni/fermate, passaggi a livello Centrali Operative, etc.);
- tipologia di materiale rotabile;
- tipologie di servizio offerto (frequenze ed aree geografiche servite);
- composizione dell'equipaggio treno;
- etc.

# I Costi standard

---

In particolare, la disomogeneità dell'Infrastruttura è un tema significativo per il solo sistema di trasporto su ferro (per il sistema automobilistico è praticamente inesistente, mentre per il sistema tram pesa in modo sensibilmente minore).

Ciò nonostante si è cercato di definire un parametro di riferimento per il confronto dei costi delle varie Aziende esercenti; in particolare, tra le varie possibilità (*treni x km, vetture x km, posti x km*), si è individuato nel parametro **1000 Posti x km offerti** quello che meglio potesse rendere omogeneo il confronto.

# I Costi standard: il km virtuale

---

Per la standardizzazione dell'Infrastruttura è stato individuato il parametro **km virtuale di linea**.

La determinazione dei km virtuali di rete per ciascuna ferrovia parte dalla reale estensione della rete man mano “corretta” considerando degli appositi coefficienti di “conversione” di ciascuno degli elementi di “complicazione” sotto indicato, in “km virtuali” in incremento rispetto alla reale estensione della rete.

# I Costi standard: calcolo del km virtuale

---

I suddetti coefficienti sono stati valutati come nel seguito dettagliato:

- **N° Scambi** (semplici e doppi): considerando uno sviluppo lineare dello scambio pari a 25 m ed una complessità manutentiva pari a 4 volte un normale binario, ciascuno scambio incide per un incremento di rete pari a 0,1 km.
- **Tratte a doppio binario**: per le tratte a doppio binario, il secondo binario è stato pesato al 70% rispetto al reale sviluppo per una evidente maggiore economicità delle attività manutentive.
- **Binari per precedenze, manovre e ricoveri**: tali binari sono stimati al 20% in quanto secondari e, quindi, a minore densità di esercizio e minor onere di manutenzione.
- **Peso per asse**: presa come riferimento la ferrovia con peso per asse di 12,5 t, per le altre ciascuna tonnellata in più è stata stimata con un incremento della rete del 1%.
- **N° Assi km Annuale/km binario**: presa come riferimento la ferrovia con 115.000 assi km/km di binario, per le altre la maggiore usura per traffico più intenso è stata stimata applicando un incremento della rete pari allo 0,005% per ciascun asse km annuale/km di binario in più.

# I Costi standard: calcolo del km virtuale

---

- **Scartamento:** preso come riferimento lo scartamento ordinario, per lo scartamento ridotto è stato considerato un incremento stimato nel 3% per la maggiore onerosità della manutenzione legata alla sostanziale mancanza di concorrenza nel settore.
- **Tipo rotaie:** preso come riferimento l'armamento con rotaie 60 UNI, per l'armamento più leggero è stato considerato un incremento pari rispettivamente pari al 20% ed al 5% rispettivamente per l'armamento UNI 36 e UNI 50.
- **Curve a raggio < 300 m:** per lo sviluppo delle curve a basso raggio, è stato considerato un incremento del 50% per tenere conto della maggiore usura.
- **Lunghezza tratte a pendenza > 25 ‰:** per lo sviluppo delle tratte a forte pendenza è stato considerato un incremento del 30% per tenere conto della maggiore usura.
- **Gallerie a singola canna:** per lo sviluppo delle tratte in galleria a singola canna è stato considerato un incremento del 20% per tenere conto della maggiore onerosità della manutenzione rispetto ad un tratto in rilevato.

# I Costi standard: calcolo del km virtuale

---

- **Gallerie a doppia canna:** per lo sviluppo delle tratte in galleria a doppia canna è stato considerato un incremento del 30% per tenere conto della maggiore onerosità della manutenzione rispetto ad un tratto in rilevato.
- **Viadotti e ponti non in ferro:** per lo sviluppo delle tratte in viadotto/ponte non in ferro è stato considerato un incremento del 10% per tenere conto della maggiore onerosità della manutenzione rispetto ad un tratto in rilevato.
- **Ponti in ferro:** per lo sviluppo delle tratte su ponti in ferro è stato considerato un incremento del 40% per tenere conto della maggiore onerosità della manutenzione rispetto ad un tratto in rilevato.
- **Superficie coperta:** per quanto riguarda i fabbricati viaggiatori, i mq di superficie coperta sono stati convertiti in km virtuali di linea tramite un coefficiente 0,0005, mentre per i mq di superficie scoperta è stato applicato un coefficiente di conversione pari a 0,0001. Per le stazioni con piano del ferro a profondità superiore ai 10 m è stato, invece applicato un coefficiente pari a 0,0008 per tenere conto della maggiore onerosità della gestione/manutenzione.

# I Costi standard: calcolo del km virtuale

---

- **Varchi Controllati:** per quanto riguarda l'incidenza della manutenzione dei sistemi di controllo accesso, ogni varco è stato considerato come 10 m di linea virtuale.
- **Impianti di risalita:** per quanto riguarda l'incidenza della manutenzione degli impianti di risalita, gli stessi sono stati valutati rispettivamente in 100 m di linea virtuale per ciascuna scala mobile e ascensore e in 50 m di linea virtuale per ciascun montascale.
- **Passaggi a livello SOA e SOAB:** per quanto riguarda l'incidenza della manutenzione dei passaggi a livello di tipo SOA, ciascuno di essi è stato valutato in 200 m se privo di barriere ed in 300 m se integrato da un sistema di barriere.
- **Postazioni comando/Controllo P.L.:** ciascuna postazione di comando PL è stata valutata come 700 m di linea virtuale.
- **ACEI:** ciascun ACEI è stato valutato come 500 m di linea virtuale.
- **CTC:** la presenza di un sistema CTC è stato stimato in 100 m di linea virtuale.
- **BACC:** la presenza di un BACC è stato stimato in 300 m di linea virtuale.

# I Costi standard: calcolo del km virtuale

---

- **Binari elettrificati:** ciascun km di linea elettrificata è stata stimato in 800 m e 400 m di linea virtuale rispettivamente a seconda se è a singolo o a doppio filo (la linea a singolo filo ha maggiori oneri di manutenzione rispetto ad una linea elettrificata a doppio filo).
- **Gruppi alimentazione in SSE fisse:** ciascun gruppo di alimentazione di tipo fisso è stato valutato come 1 km di linea virtuale.
- **Gruppi di alimentazione SSE ambulanti:** ciascun gruppo di alimentazione di tipo ambulante è stato valutato come 1,3 km di linea virtuale.
- **Cabine MT/bt:** ciascuna cabina MT/bt è stata valutata come 400 m di linea virtuale
- **Lunghezza cavi MT proprietari:** ciascun km di cavo MT proprietario è stato stimato in 30 m di linea virtuale.
- **Postazioni DOTE:** la presenza di una postazione DOTE è stata stimata in 5 km di linea virtuale
- **Lunghezza Fibra Ottica:** ciascun km di cavo a fibra ottica è stato stimato in 70 m di linea virtuale.
- **Officine - Superficie Coperta:** ciascun mq di officina coperta è stata stimato come 0,5 m di linea virtuale.

# I CS: il modello di calcolo km virtuale 1/3

| DETERMINAZIONE KM DI RETE EQUIVALENTE |  |                 |           |                   |         |              |
|---------------------------------------|--|-----------------|-----------|-------------------|---------|--------------|
|                                       | DATI   | NOTE            | U.M.      | K per km virtuale | AZIENDA |              |
|                                       |  |                 |           |                   | Reale   | Km Virtuale  |
| <b>LINEA</b>                          | <i>Lunghezza rete</i>                          |                 | km        | 1                 | 100     | 100          |
|                                       | <i>N° Scambi (semplici e doppi)</i>            |                 | N°        | 0,1               | 200     | 20,0         |
|                                       | <i>Tratte a doppio binario</i>                 |                 | km        | 0,7               | 50      | 35,0         |
|                                       | <i>Binari per precedenze, manovre/ricoveri</i> |                 | km        | 0,2               | 17      | 3,4          |
|                                       |  | <b>Parziale</b> | <b>km</b> |                   |         | <b>158,4</b> |
| <b>Esercizio</b>                      | <i>Peso per asse</i>                           | rif. 12,5 t     | t         | 0,01              | 12,5    | -            |
|                                       | <i>N° Assi km Annuale/km binario</i>           | rif. 115.000    | N°        | 0,00005           | 202.020 | 4,4          |
|                                       |  | <b>Parziale</b> | <b>km</b> |                   |         | <b>162,8</b> |
| <b>Armamento</b>                      | <i>Scartamento</i>                             | 1435            | km        | 0                 | -       |              |
|                                       |  | 950             | km        | 0,03              | 167     | 5            |
|                                       | <i>Tipo rotaie</i>                             | UNI 36          | km        | 0,2               | 35      | 7            |
|                                       |  | UNI 50          | km        | 0,05              | 132     | 7            |
|                                       |  | UNI 60          | km        | 0                 | 0       | -            |
|                                       | <i>Curve a raggio &lt; 300</i>                 |                 | km        | 0,5               | 3       | 2            |
|                                       | <i>Lunghezza tratte a pendenza &gt; 25 %%</i>  |                 | km        | 0,3               | 15      | 5            |
|                                       |  | <b>Parziale</b> | <b>km</b> |                   |         | <b>187,4</b> |

# I CS: il modello di calcolo km virtuale 2/3

|                           |   |           |        |        |              |
|---------------------------|---|-----------|--------|--------|--------------|
| <b>Sede</b>               | <i>Gallerie a singola canna</i>                     | km        | 0,2    | 15     | 3            |
|                           | <i>Gallerie a doppia canna</i>                      | km        | 0,3    | 5      | 2            |
|                           | <i>Viadotti e ponti non in ferro</i>                | km        | 0,1    | 35     | 4            |
|                           | <i>Ponti in ferro</i>                               | km        | 0,4    | 1      | 0            |
|                           | <b>Parziale</b>                                     | <b>km</b> |        |        | <b>195,8</b> |
| <b>Stazioni e fermate</b> | <i>Superficie coperta</i>                           | mq        | 0,0005 | 30.000 | 15           |
|                           | <i>Superficie scoperta (Servizio Viaggiatori)</i>   | mq        | 0,0001 | 40.000 | 4            |
|                           | <i>Superfici Staz.con p.f a profondità &gt; 10m</i> | mq        | 0,0008 | 7.600  | 6            |
|                           | <i>Varchi Controllati</i>                           | N°        | 0,01   | 300    | 3            |
|                           | <b>Parziale</b>                                     | <b>km</b> |        |        | <b>223,8</b> |
| <b>Imp. risalita</b>      | <i>Scale mobili</i>                                 | N°        | 0,1    | 58     | 6            |
|                           | <i>Ascensori</i>                                    | N°        | 0,1    | 58     | 6            |
|                           | <i>Montascale</i>                                   | N°        | 0,05   | 7      | 0            |
|                           | <b>Parziale</b>                                     | <b>km</b> |        |        | <b>235,8</b> |

# I CS: il modello di calcolo km virtuale 3/3

|  |  |                     |                |        |        |              |    |
|--|--|---------------------|----------------|--------|--------|--------------|----|
| <b>Segnalamento</b>                      | <i>P.L. S.O.A.</i>                               |                     | N°             | 0,2    | 8      | 2            |    |
|  | <i>P.L. S.O.A.B.</i>                             |                     | N°             | 0,3    | 8      | 2            |    |
|  | <i>Postazioni comando/Controllo P.L.</i>         |                     | N°             | 0,7    | 40     | 28           |    |
|  | <i>ACEI</i>                                      |                     | N°             | 0,5    | 30     | 15           |    |
|  | <i>Tipo di Segnalamento</i>                      | CTC                 |                | km     | 0,1    | 150          | 15 |
|  |  | BACC                |                | km     | 0,3    | 150          | 45 |
|  |  | ATP/SCMT            |                | km     |        | 150          | -  |
|  | <b>Parziale</b>                                  |                     | <b>km</b>      |        |        | <b>342,8</b> |    |
| <b>Elettrificazione</b>                  | <i>Binari elettrificati a singolo filo/corda</i> |                     | km             | 0,8    | 17     | 14           |    |
|  | <i>Binari elettrificati a doppio filo/corda</i>  |                     | km             | 0,4    | 150    | 60           |    |
|  | <i>Gruppi alimentazione in SSE fisse</i>         |                     | N°             | 1      | -      | -            |    |
|  | <i>Gruppi di alimentazione SSE ambulanti</i>     | n. 21 postazioni    | N°             | 1,3    | 27     | 35           |    |
|  | <i>Cabine MT/bt</i>                              |                     | N°             | 0,4    | 18     | 7            |    |
|  | <i>Lunghezza cavi MT proprietari</i>             |                     | km             | 0,03   | 16     | 0            |    |
|  | <i>Postazioni DOTE</i>                           |                     | N°             | 5      | 1      | 5            |    |
|  | <i>Lunghezza Fibra Ottica</i>                    |                     | km             | 0,07   | 100    | 7            |    |
|  | <b>Parziale</b>                                  |                     | <b>km</b>      |        |        | <b>471,2</b> |    |
| <b>OFFICINE</b>                          | <i>Officine</i>                                  | già superf. Coperta | N°             |        | 1      |              |    |
|  | <i>Superficie Coperta</i>                        | come densità        | m <sup>2</sup> | 0,0005 | 25.000 | 13           |    |
|  | <b>Parziale</b>                                  |                     | <b>km</b>      |        |        | <b>483,7</b> |    |
| <b>Totale km virtuali - manutenzione</b> |  |                     |                |        |        | <b>483,7</b> |    |

# I CS: calcolo del posti di presenziamento

---

Nell'algoritmo di calcolo del costo standard, inoltre, si è tenuto conto della consistenza delle postazioni di presenziamento sull'infrastruttura (stazioni/fermate, passaggi a livello Centrali Operative, etc.).

Per il calcolo dell'incidenza del personale per il presenziamento delle postazioni significative in termini di esercizio è stato adottato il seguente modello di calcolo.

# I CS: il modello di calcolo del presenziamento

|  | DATI   | U.M.      | Agenti per postazione | AZIENDA    |        |
|--|--|-----------|-----------------------|------------|--------|
|  |  |           |                       | postazioni | Agenti |
| Attività a forte incidenza del personale | <i>Postazioni di presenziamento in F.V. da Agenti h=6</i>  | n. agenti | 1,5                   | 20         | 30     |
|  | <i>Postazioni di presenziamento in F.V. da Agenti h=12</i> | n. agenti | 3                     | 10         | 30     |
|  | <i>Postazioni di presenziamento in F.V. da Agenti h=18</i> | n. agenti | 4,5                   | 30         | 135    |
|  | <i>Postazioni comando/Controllo P.L.</i>                   | n. agenti | 4,5                   | 40         | 180    |
|  | <i>N° postazioni Dirigenza Centrale</i>                    | n. agenti | 4,5                   | 2          | 9      |
|  | <i>N° postazioni Dirigenza Locale</i>                      | n. agenti | 4,5                   | 4          | 18     |
|  | <i>Postazioni DOTE</i>                                     | n. agenti | 4,5                   | 1          | 5      |
|  |  |           |                       | <b>407</b> |        |

# I CS: calcolo dei costi

---

Per il calcolo dei costi standard, sono state individuate le seguenti 4 aree:

1. Area Trasporto.
2. Area Rete (infrastruttura).
3. Area Staff.
4. Spese Generali (stimate al 15%).

# I CS: calcolo dei costi

---

L' Area Trasporto ingloba le seguenti voci di costo:

- Costo del personale di guida.
- Costo del personale di condotta.
- Costo del personale di manutenzione.
- Altri costi di manutenzione.
- Costo energia elettrica di trazione.
- Costo personale staff Trasporto.
- Costo personale di controlleria.

# I CS: calcolo dei costi

---

L' Area Rete ingloba le seguenti voci di costo:

- Costo personale di manutenzione Infrastruttura.
- Altri costi di manutenzione.
- Costo personale di presenza mento Infrastruttura.
- Costo staff Infrastruttura.

# I CS: calcolo dei costi

---

Per le aziende di trasporto che non hanno in toto o in parte infrastruttura propria ma riconoscono un “pedaggio” al proprietario della sede, nel modello di calcolo in argomento il costo dell’Infrastruttura potrà essere adeguato a tale realtà.

I costi presi in considerazione sono quelli della gestione ordinaria del sistema di trasporto su ferro, rinviando per gli interventi straordinari a fonti diverse dal contratto di servizio.

# I CS: calcolo dei costi

---

Per il costo medio del personale per le singole macro categorie (personale di condotta, personale di scorta, personale di staff, etc.) è stato considerato un parametro di riferimento del CCNL per la singola categoria.

# I CS: calcolo dei costi

---

Altre ipotesi fatte sono:

- Autosufficienza aziendale (ipotesi di assenza di esternalizzazioni).
- Immobilizzazioni di proprietà (assenza di affitti e leasing).
- Il costo medio unitario del lavoro tiene in considerazione la contrattazione di 1° livello (CCNL autoferrotranvieri) incrementata da un coefficiente di maggiorazione dovuta alla contrattazione integrativa aziendale (2° livello).

# I CS: il modello di calcolo 1/3

Per la realtà presa in considerazione, inoltre, gli ulteriori dati di ingresso sono riepilogati nella seguente tabella:

**DATI INGRESSO**

| <b>Voci</b>                                  | <b>Ferrovia</b>    | <b>Unità di misura</b> | <b>Fonte dati</b> |
|--|--------------------|------------------------|-------------------|
| Percorrenza contrattuale                     | <b>2.000.000</b>   | km                     | Dato ingresso     |
| Percorrenza contrattuale a trazione diesel   |                    | km                     | Dato ingresso     |
| Composizione media                           | <b>2,0</b>         | motrici                | Dato ingresso     |
| Portata convoglio in composizione media      | <b>800,0</b>       | unità                  | Dato ingresso     |
| Numero motrici                               | <b>75</b>          | unità                  | Dato ingresso     |
| % vuoti personale di condotta                | <b>33%</b>         | %                      | Dato ingresso     |
| % vuoti personale di scorta                  | <b>10%</b>         | %                      | Dato ingresso     |
| Velocità commerciale                         | <b>40</b>          | km/h                   | Dato ingresso     |
| Giornate lavorate annue                      | <b>227</b>         | giorni                 | Calcolato         |
| Ore guida al giorno                          | <b>3,00</b>        | ore                    | Dato ingresso     |
| Personale di guida                           | <b>98</b>          | unità                  | Calcolato         |
| Personale di scorta                          | <b>81</b>          | unità                  | Calcolato         |
| % Personale controllerai                     | <b>0,002%</b>      | agenti/trenokm         | Dato ingresso     |
| Costo unitario personale guida               | € <b>36.304,06</b> | €                      | CCNL              |
| Costo unitario personale scorta              | € <b>34.637,89</b> | €                      | CCNL              |
| Costo unitario personale controllerai        | € <b>34.637,89</b> | €                      | CCNL              |
| Costo unitario personale presenziamento Rete | € <b>32.175,64</b> | €                      | CCNL              |

# I CS: il modello di calcolo 2/3

|   |             |                     |               |
|---|-------------|---------------------|---------------|
| Costo unitario personale manutenzione Trasporto               | € 32.175,64 | €                   | CCNL          |
| Costo unitario personale manutenzione Rete                    | € 32.175,64 | €                   | CCNL          |
| Costo unitario personale staff Rete                           | € 36.707,21 | €                   | CCNL          |
| Costo unitario personale staff Trasporto                      | € 36.707,21 | €                   | CCNL          |
| Costo unitario personale staff comuni                         | € 36.707,21 | €                   | CCNL          |
| Coefficiente di maggiorazione contrattazione aziendale        | 40%         | %                   | Dato ingresso |
| Rapporto personale staff Trasporto/operativi Trasporto        | 13,0%       | %                   | Dato ingresso |
| Rapporto personale staff Rete/operativi Rete                  | 12,0%       | %                   | Dato ingresso |
| Rapporto personale staff comuni/Rete+Trasporto                | 20,0%       | %                   | Dato ingresso |
| Consumo unitario energia (a motrice ed a treno km)            | 6,50        | kWh/UdT km          | Dato ingresso |
| Prezzo unitario energia elettrica                             | 0,112       | €/kWh               | Mercato       |
| Consumo unitario carburante (km a litro e a motrice)          | 2,50        | km/litro*motrice    | Dato ingresso |
| Prezzo unitario carburante                                    | 1,000       | €/litro             | Mercato       |
| Prezzo unitario fisso materiali di manutenzione per udt       | € 42.000,00 | €/udt               | Mercato       |
| Personale manutenzione unità di trazione                      | 1,6         | Unità               | Media aziende |
| Costo medio materiale manutenzione km virtuale infrastruttura | € 10.000,00 | €/km                | Media aziende |
| Km rete virtuale  | 483,67      | Km                  | Calcolato     |
| N° addetti manutenzione infrastruttura per km rete virtuale   | 0,5         | unità a km virtuale | Dato ingresso |
| N° addetti presenziamento infrastruttura                      | 406,5       | unità               | Calcolato     |
| Incidenza spese generali                                      | 15%         | %                   | Dato ingresso |

# I CS: il modello di calcolo 3/3

|   |                   |
|---|-------------------|
| <b>Area Trasporto</b>                         | <b>Ferrovia</b>   |
| <i>Costo personale guida</i>                  | 4.956.136         |
| <i>Costo personale condotta</i>               | 3.910.934         |
| Costo personale manutenzione                  | 5.405.508         |
| Altri costi di manutenzione                   | 3.150.000         |
| Costo energia di trazione                     | 2.912.000         |
| Costo personale staff Trasporto               | 1.991.933         |
| Costo personale controlleria                  | 1.939.722         |
|   | <b>24.266.233</b> |
| <b>Area Rete</b>                              |                   |
| Costo personale manutenzione Infrastruttura   | 10.893.562        |
| Altri costi manutenzione                      | 6.771.310         |
| Costo personale presenziamento Infrastruttura | 18.311.157        |
| Costo staff Infrastruttura                    | 3.998.144         |
|   | <b>39.974.173</b> |
| <b>Costi staff comuni</b>                     |                   |
| Costo personale staff comuni                  | 9.728.086         |
|   | <b>9.728.086</b>  |
| <b>TOTALE COSTI</b>                           | <b>73.968.493</b> |
| <b>Spese generali</b>                         | <b>11.095.274</b> |
| <b>TOTALE COSTO DELLA PRODUZIONE</b>          | <b>85.063.767</b> |
|   |                   |
| IRAP (3,9% sui costi del personale)           | 2.384.272         |
| Utile (10%)                                   | 8.744.804         |
| <b>TOTALE GENERALE</b>                        | <b>96.192.843</b> |
| <b>COSTO STANDARD 1000 POSTI KM OFFERTI</b>   | <b>€ 60,12</b>    |