

Upgrade della linea di contatto per velocità a 350km/h: l'esperienza di Alpiq EnerTrans S.p.A.

ALPIQ

Ing. Davide Berlusconi

Convegno **L'evoluzione del sistema AV e il Frecciarossa 1000**

1 luglio 2015, EXPO 2015 - Padiglione FS



- **Alpiq** – gruppo Svizzero protagonista in Europa nella produzione, vendita e trading di energia elettrica e nella fornitura di servizi energetici – **acquisisce Balfour Beatty Rail**, società italiana specialista in infrastrutture ferroviarie.
- Dall' 11 marzo 2015 la società italiana assume il nome di **Alpiq EnerTrans S.p.A.**, con sede a Milano.





- Alpiq EnerTrans S.p.A. opera come *contractor* internazionale di infrastrutture ferroviarie, realizzando progetti multidisciplinari e/o soluzioni specifiche.
- Progetti “chiavi in mano”
- **Nuove Linee**
 - **Alta Velocità**
 - **Linee tradizionali**
- **Rinnovi e ammodernamenti**
- **Trasporto urbano**





SOLUZIONI CHIAVI IN MANO

Progettazione,
fornitura,
installazione,
supervisione,
messa in servizio
per sistemi di
trasporto pubblico,
ferroviario e
urbano



APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE

Dalla progettazione
preliminare alla
costruzione



RINNOVI E AMMODERNAMENTI

Linee ferroviarie
esistenti



PROGETTAZIONE

Soluzioni e servizi
per Linee di
Contatto e
Sottostazioni, per
Alta Velocità e linee
tradizionali



APPROCCIO INTERNAZIONALE



CUSTOMER SATISFACTION



SICUREZZA QUALITÀ AMBIENTE

Intero ciclo di vita



**L'Alta Velocità Italiana:
adeguamento della linea di contatto
per velocità di 350 km/h**

- Nel 2009 è stato costituito, presso la Fondazione Politecnico di Milano, il Joint Research Centre (JRC), un centro di ricerca che vede la partecipazione del Dipartimento di Meccanica del Politecnico, di Rete Ferroviaria Italiana, di Trenitalia e di diverse aziende operanti in ambito ferroviario.
- Scopo: studiare e sviluppare soluzioni innovative per il settore ferroviario, riguardanti sia l'infrastruttura sia il veicolo.
- **All'interno del JRC, Alpiq EnerTrans S.p.A. è il partner industriale che si occupa della tecnologia linea di contatto.**



Il progetto di innalzamento della velocità (1/2)

- Nel 2011 Rete Ferroviaria Italiana ha manifestato la volontà di:
 - **Migliorare le prestazioni della Linea di Contatto sulle linee AV italiane, al fine di contenere gli oneri manutentivi.**
 - **Attrezzare almeno una tratta di linea lungo la quale effettuare corse prova fino alla velocità di 350 km/h.**
- Ciò ha comportato la necessità di studiare gli interventi da effettuare sui sottosistemi costituenti l'infrastruttura ferroviaria
- Alpiq EnerTrans S.p.A., in collaborazione con il Politecnico di Milano – Dipartimento di Meccanica, ha quindi studiato, in funzione dei requisiti di massima definiti da Rete Ferroviaria Italiana e sotto la supervisione di quest'ultima, le soluzioni tecniche da apportare alla linea di contatto esistente per renderla percorribile a 350 km/h.

Il progetto di innalzamento della velocità (2/2)

- Tratta in studio: circa 60 km della linea ad AV Torino - Milano, lungo la quale verranno svolte le corse prova per l'omologazione a 350 km/h del nuovo treno Frecciarossa 1000.
- Obiettivo principale delle soluzioni tecniche:
 - **Permettere la circolazione a 350 km/h**
 - **Minimizzare gli impatti sugli impianti esistenti**
 - **Contenere le lavorazioni da effettuare, evitando quindi ripercussioni sull'esercizio ferroviario**



- La Specifica Tecnica di Interoperabilità – Energia e la norma EN 50119:2010-05 fissano il limite massimo della velocità esercizio v_{es} in funzione della velocità di propagazione dell'onda v_c :

$$v_{es} = 0,7 \cdot \sqrt{\frac{T}{m}} [m/s]$$

T [N]: tiro filo di contatto

m [kg/m]: massa filo di contatto

- Per la linea di contatto 25 kV standard AV si ha:

$$v_{es} \leq 0,7 \cdot \sqrt{\frac{20000N}{1,333 \frac{kg}{m}}} = 85,7 \frac{m}{s} = 309 \frac{km}{h}$$

- Non è quindi consentita una velocità di esercizio superiore a tale valore, se non a fronte di una qualità di captazione scadente.

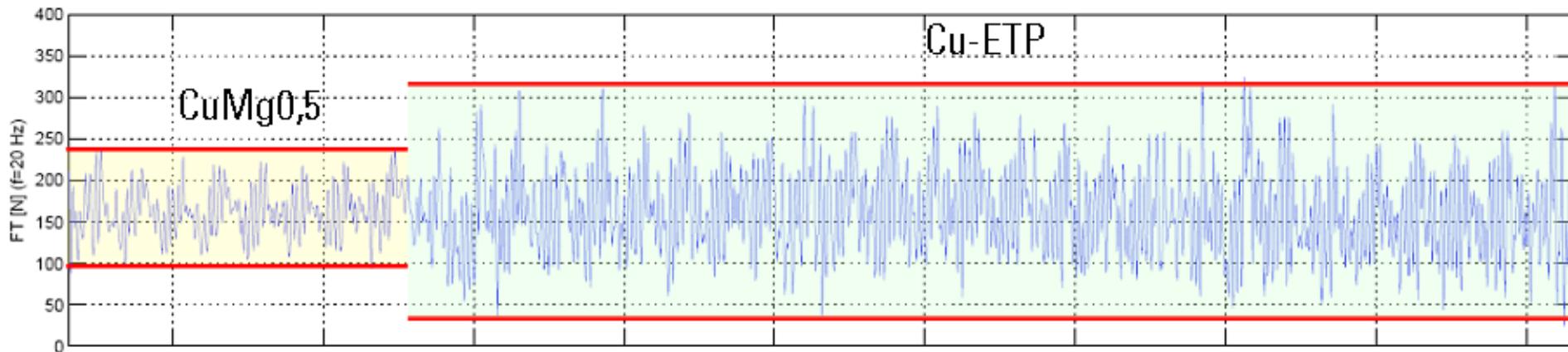
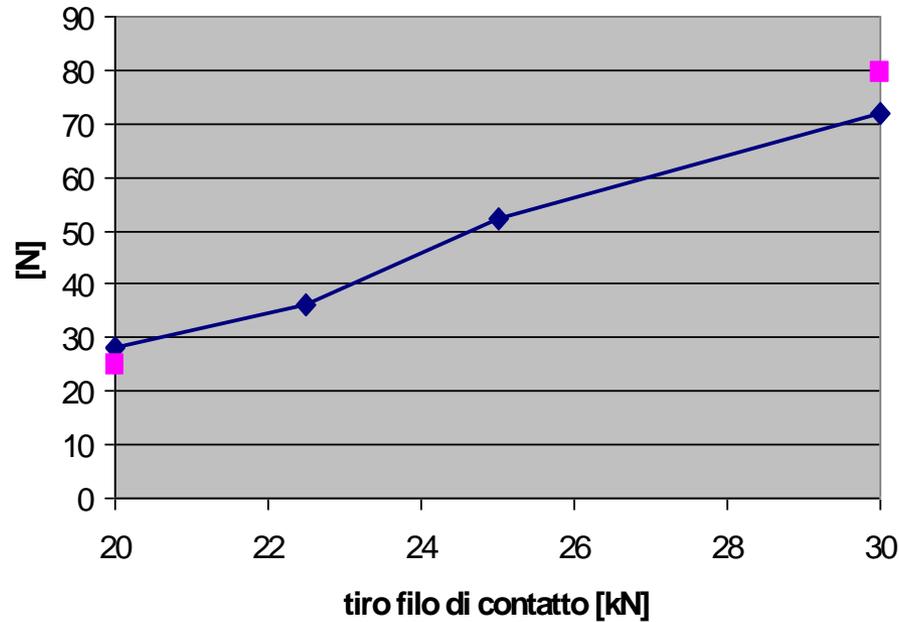
Soluzione scelta per permettere l'incremento della velocità:

- **Incremento del tiro del filo di contatto da 20 kN a 30 kN**
- **Invariata la configurazione di fune e pendinatura**

La scelta di tale soluzione è stata guidata da:

- **Simulazioni** di interazione pantografo – catenaria effettuate dal Politecnico di Milano
- **Misurazioni** effettuate su tre regolazioni sperimentali realizzate nel 2008 sulla linea AV Torino - Milano e attrezzate con filo di contatto tesato a 30 kN





- Il filo di contatto impiegato sulle linee AV Italiane alimentate a 25 kV c.a. è in rame elettrolitico (Cu-ETP), di sezione 150 mm²; le sue proprietà meccaniche non consentono un tiro di 30 kN.
- Si è scelto di impiegare un filo di contatto in CuMg0,5 che presenta un carico di rottura maggiore.

Materiale	Cu-ETP	CuMg 0,5
σ_{\min}	360 N/mm ²	370 N/mm ²
T_{MAX}	25099 N	32769 N

- Con un tiro di 30 kN, la massima velocità di esercizio è pari a:

$$v_{es} \leq 0,7 \cdot \sqrt{\frac{30000N}{1,333 \frac{kg}{m}}} = 105 \frac{m}{s} = 378 \frac{km}{h}$$

Caratteristiche del filo di contatto in CuMg:

Norma di riferimento	CEI EN 50149
Designazione (secondo norma di riferimento)	BF-150
Materiale	CuMg 0,5
Sezione	150 mm²
Diametro	13,6 mm
Resistenza a 20° C	0,191 Ω/km
Massa	1,333 kg/m
Carico di rottura	68400N
Tiro	30000N (27000N)



- Sezione totale: 270 mm²

	Corda portante	Filo di contatto
Numero	1	1
Sezione [mm ²]	120	150
Materiale	Cu-ETP	CuMg 0,5
Tiro [kN]	16,25	30 (27)
Massa [kg/m]	1,071	1,333

- Corda portante e filo di contatto sono connessi da pendini conduttori in bronzo di sezione 16 mm², con passo compreso tra 5,10 m e 7 m.



Conformità alla UIC 799

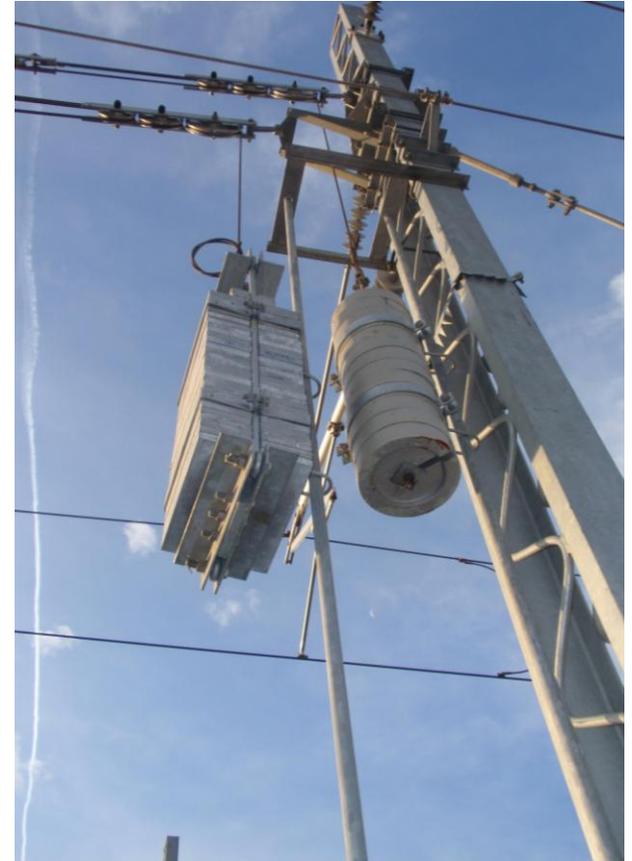
Parametri fisici LC

Parametro fisico	Valore calcolato	Prescrizione della Norma	Verifica conformità
Grado di variabilità dell'elasticità	23,85%	< 25%	OK
Velocità di propagazione dell'onda	150 m/s	> 140 m/s	OK
Effetto Doppler	0,200	> 0,17	OK
Fattore di riflessione	0,397	< 0,4	OK
Fattore di amplificazione	1,989	< 2,3	OK

L'incremento del tiro da 20 kN a 30 kN ha implicato:

- Lo studio di una nuova configurazione della sovrapposizione delle linee di contatto nei posti di Regolazione Automatica (R.A.) e nei Posti di Sotto-Sezionamento (P.S.S.)
- Lo studio di una nuova configurazione del tratto neutro
- La verifica strutturale di parti e componenti degli impianti
- La progettazione di una nuova colonna contrappesi
- L'ottimizzazione di alcuni componenti della linea di contatto

- Si è deciso di mantenere fisso il sollevamento del filo in corrispondenza delle sospensioni prima dell'ormeggio (500 mm dal piano di contatto) e in corrispondenza degli ormeggi medesimi (750 mm dal piano di contatto).
- Posti tali vincoli, si è reso necessario diminuire il sollevamento del filo (cuspide) presso le sospensioni al centro del posto di R.A. o P.S.S. (da 30 a 14 mm) e modificare la pendinatura delle due campate centrali.

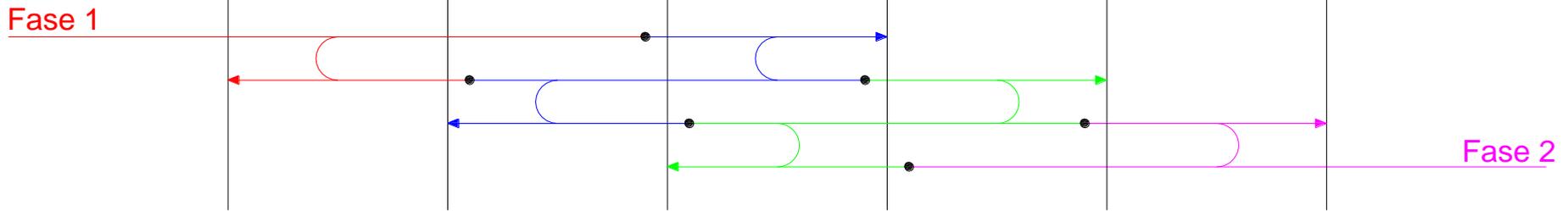


Con un tiro di 30 kN non è possibile mantenere la configurazione dei tratti neutri standard AV → **necessità di ideare una soluzione tecnica che persegue contemporaneamente tre obiettivi:**

- Garantire comunque la velocità di esercizio a 350 km/h
- Minimizzare le modifiche agli impianti esistenti
- Garantire la funzionalità dei sezionamenti elettrici e quindi l'interoperabilità

La nuova configurazione del tratto neutro prevede:

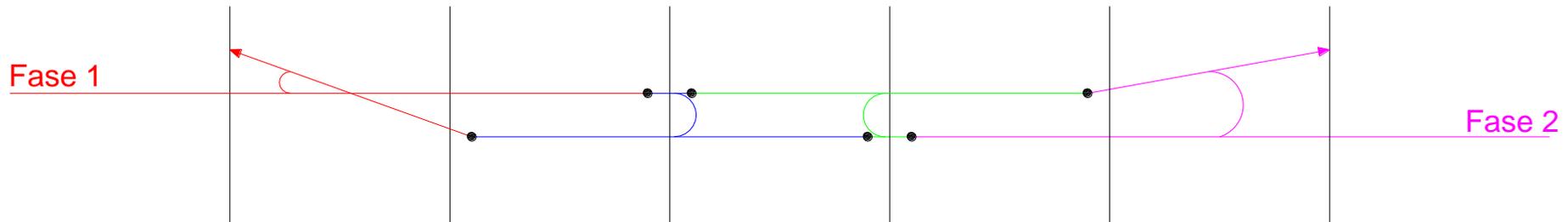
- Modifica della configurazione geometrica e adozione di isolatori di sezione
- Riduzione a 27 kN del tiro dei due fili di contatto afferenti al tratto neutro
- Spostamento degli ormeggi dei fili di contatto dalla trave alla gamba dei portali
- Modifica di alcune sospensioni e di alcune carpenterie metalliche



Tiro filo 20 kN - Configurazione standard AV

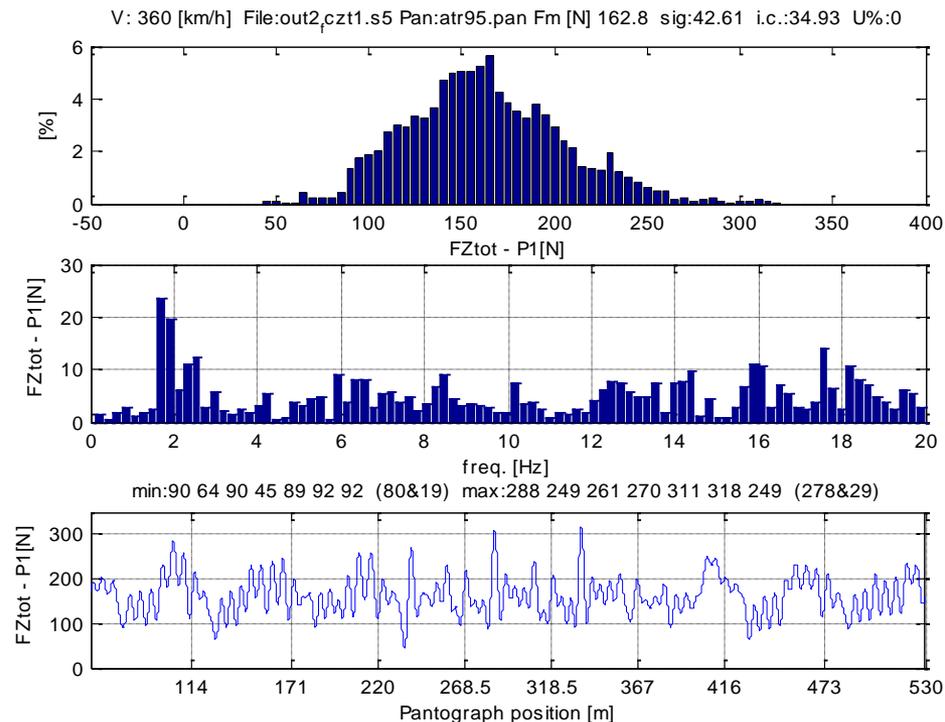
Legenda

- ▶ Ormeaggio filo di contatto
- Isolatore di sezione
- | Sostegno LC



Tiro filo 27 kN - Configurazione linea di contatto **350 km/h**

- Il tiro ridotto a 27 kN **non inficia** le prestazioni della linea di contatto.
- Le simulazioni, infatti, hanno evidenziato che i valori massimi e minimi di forza sono rispettivamente pari a 318 N e 45 N, ben all'interno dei limiti massimo di 350 N e minimo di 16 N.



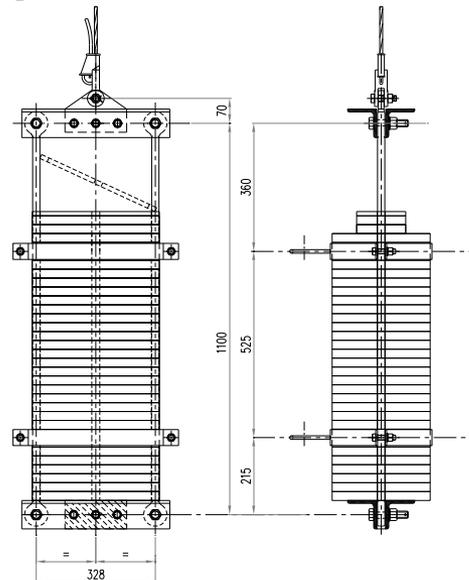
-
- Si è reso necessario verificare, da un punto di vista strutturale e considerando le effettive condizioni di carico, quanto attualmente installato lungo la tratta della linea ad AV Torino - Milano sulla quale si è focalizzata l'attenzione.
 - Nello specifico si sono analizzati:
 - **I pali** e **i portali** ai quali il filo di contatto è ormeggiato e sui quali si trovano le colonne contrappesi
 - **Le mensole** che sorreggono la linea di contatto
 - I pali e i portali sui quali le mensole sono montate
 - **Le fondazioni** cui i pali e i portali sono connessi

Dall'analisi effettuata è emerso che non è necessaria ALCUNA modifica strutturale all'esistente.

- Non è possibile aggiungere 8 contrappesi alla colonna standard (lunghezza totale della colonna non compatibile con l'esigenza di scorrimento verticale legata all'allungamento / accorciamento del filo al variare della temperatura)

→ **nuova colonna, più compatta, costituita da piatti rettangolari sovrapposti, di diverse dimensioni**

Tipo piatto	Dimensione [mm]	Quantità
A	350 x 270 x 25	30
B	350 x 135 x 25	2
C	350 x 135 x 12	1



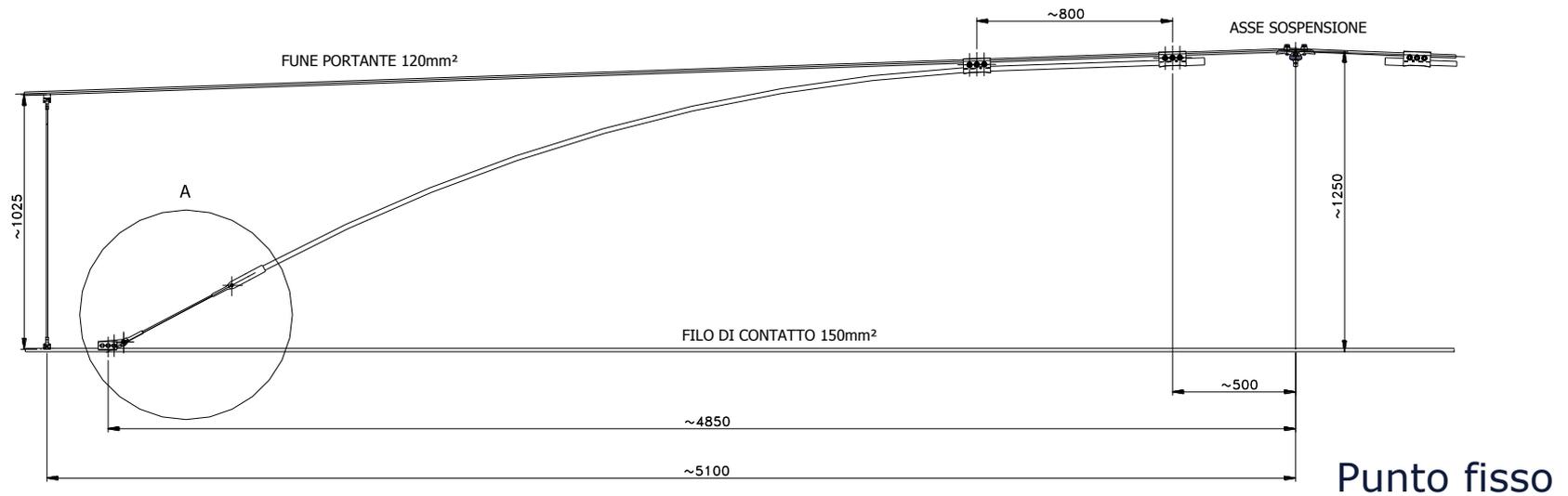
Sono stati adottati nuovi componenti:

- **Punto fisso** a nuovo standard RFI, messo a punto nell'ambito del JRC
- **Nuovo isolatore** di sezione per filo di contatto sollevato

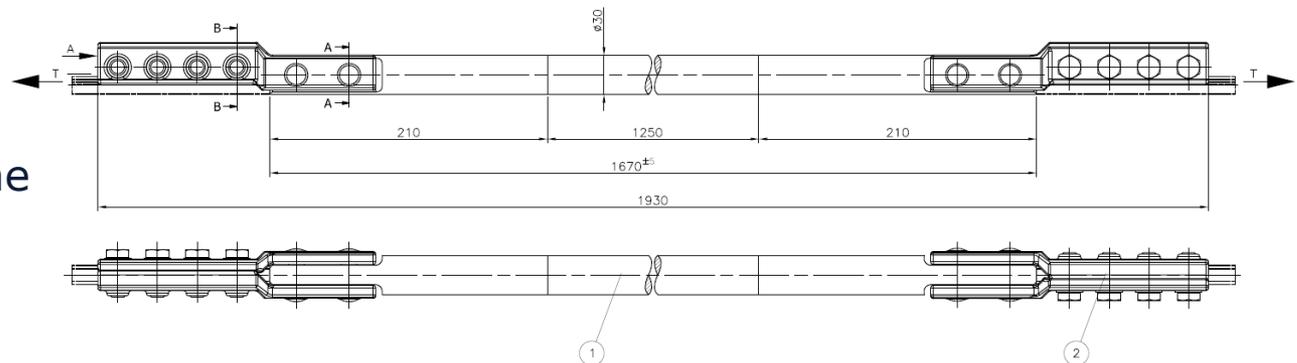
Sono state altresì realizzate due **installazioni sperimentali**:

- mensole *Omnia 25 kV* su tre regolazioni (3,5 km circa)
- pendini ad anello in corrispondenza dei tratti neutri trasformati

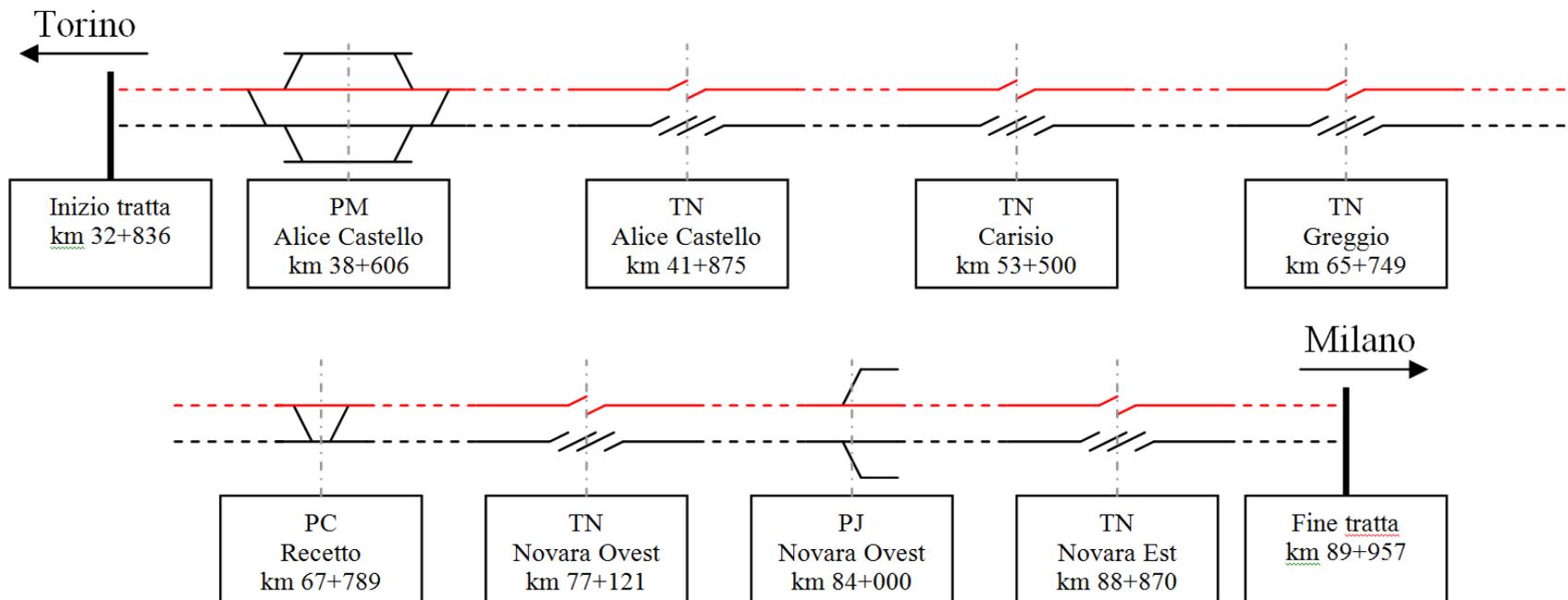
In particolare l'installazione delle mensole *Omnia 25 kV* è stata finalizzata all'omologazione del prodotto presso RFI e alla certificazione secondo la STI-Energia.



Isolatore di sezione



- Alpiq EnerTrans S.p.A ha curato la progettazione territoriale per la tratta compresa tra il **km 32+836** e il **km 89+957** del binario dispari della linea AV Torino - Milano.



- I lavori di messa in opera della nuova catenaria sono stati eseguiti nel periodo **marzo – settembre 2013**
- L'organizzazione delle attività di cantiere è stata studiata in modo da **evitare** qualsiasi interferenza con l'esercizio ferroviario
- Lo svolgimento dei lavori è avvenuto durante l'intervallo notturno della circolazione, **tra le 22 e le 4, per cinque notti la settimana**
- L'ingresso sulla linea dei mezzi ferroviari di cantiere è avvenuto dal Posto di Movimento di Alice Castello o dall'Interconnessione di Novara Ovest, in funzione della localizzazione lungo la linea di ciascuna lavorazione



- Le attività sono state organizzate secondo due macro-fasi:
 - 1. Modifica della configurazione dei tratti neutri**
 - 2. Sostituzione del filo di contatto e contestuale aumento del suo tiro**
- L'esecuzione della macro-fase 1 ha richiesto la modifica della configurazione dello schema elettrico di alimentazione della tratta, variato di volta in volta in funzione del tratto neutro sul quale si è operato



-
- A partire dalla metà del 2014, si è dato avvio alle attività di certificazione della nuova linea di contatto secondo la Specifica Tecnica di Interoperabilità – Energia.
 - La certificazione è curata da Italcertifer.
 - La certificazione verrà conclusa a valle delle prove ad alta velocità condotte con il Frecciarossa 1000 e programmate per i prossimi mesi.

-
- **La soluzione tecnica individuata ha permesso di rendere adatta alla velocità di 350 km/h una linea di contatto installata su una linea già in esercizio, minimizzando gli interventi sugli impianti esistenti e, di conseguenza, gli oneri di trasformazione.**
 - **Durante le lavorazioni non si è creata alcuna interferenza con l'esercizio ferroviario.**
 - **La soluzione tecnica migliora in misura considerevole anche la captazione a 300 km/h, diminuendo significativamente i livelli di variazione della forza di contatto pantografo – catenaria e di conseguenza riducendo le usure sia degli striscianti sia del filo di contatto.**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

ALPIQ

Alpiq EnerTrans S.p.A.
Via Lampedusa, 13
I – 20141 Milano

www.alpiq-enertrans.it
alpiq.enertrans.spa@legalmail.it

