

SUL MIGLIOR SISTEMA  
 DI  
**TRAZIONE MECCANICA**

PER LE  
**TRAMVIE DI TORINO**

**RELAZIONE**

della Commissione nominata dal Comitato direttivo della Società  
 letta nell'Adunanza del 13 Novembre 1896

Prima di entrare nella trattazione dell'argomento che è oggetto principale di questo studio converrà premettere alcune considerazioni generali sul servizio tramviario della nostra città.

Le vie spaziose e dritte, la mancanza quasi completa di pendenze forti mettono la città di Torino in ottime condizioni per un servizio comodo ed economico di tram. L'essersi poi fin da principio stabilite due Società di tram a cavalli, le quali per di più avendo adottato uno scartamento differente di binario posero da sè stesse un ostacolo forte ad una fusione, ha contribuito, sotto il regime della concorrenza, a dotare la città di una rete di tram assai estesa per rispetto alla densità della popolazione ed al movimento dei passeggeri, ed a ridurre notevolmente le tariffe di trasporto, tantochè si può dire che in nessuna delle grandi città italiane e straniere si possono percorrere con i tram distanze così lunghe a prezzi così modici.

Con ciò non si vuole però, nè si potrebbe, dire che il servizio di tram che abbiamo ora a Torino nulla lasci a desiderare. Chè anzi, per non parlare di inconvenienti minori, su alcune linee la frequenza delle corse e più ancora la rapidità delle vetture sono inferiori a qualunque esigenza, per quanto modesta, tantochè spesso, non trovando pronta la vettura, conviene di fare la strada a piedi.

La Commissione ritiene tuttavia che se la trasformazione del sistema di trazione delle tramvie urbane può presentare dei vantaggi, essa non è però urgente.

Ritornando alle condizioni di esercizio della nostra rete tramviaria, osserveremo che la concorrenza, se da un lato recò e reca notevoli vantaggi alla cittadinanza, dall'altra contribuisce a limitare gli introiti delle Società esercenti, i quali, quantunque remunerativi, non sono certo assai lauti.

Se si considera inoltre:

Che la trazione a cavalli si fa a Torino in ottime condizioni di economia, mentre d'altra parte la forza motrice, che per qualsiasi sistema di trazione meccanica è necessaria, è da noi sempre abbastanza costosa, onde la diminuzione delle spese di esercizio, in seguito all'impiego di motori inanimati sarebbe a Torino meno forte di quello che si riscontra d'ordinario ;

Che le Società esercenti attualmente le tramvie devono avere ammortizzate buona parte del loro capitale di impianto, d'altronde relativamente ristretto;

Che invece l'adozione della trazione meccanica richiederebbe l'impiego di forti capitali, perchè gran parte, se non tutto il materiale rotabile e l'armamento, si dovrebbero rinnovare, ed inoltre, per alcuni dei sistemi usati, si richiederebbero costosi impianti fissi accessori;

È facile convincersi che le Società esercenti, colle quali il Comune è legato da precedenti contratti ancora per molti anni, non si indurranno senza adeguati compensi ad eseguire la trasformazione.

E neppure è probabile che migliori condizioni si possano ottenere da altri concorrenti, che domandassero la concessione di nuove linee.

La natura di questi compensi, qualora il Comune si decida a promuovere l'applicazione della trazione meccanica, dipenderà dalla forma cui si darà ai nuovi contratti.

Il rapido trasformarsi delle condizioni economiche e delle applicazioni tecniche, che caratterizza la nostra epoca, rende con ragione le pubbliche Amministrazioni poco favorevoli al sistema delle lunghe concessioni, fino ad ora ammesse.

Quando però il Comune non intendesse di attenersi ad un tipo di concessione mista, quale fu adottato per esempio a Milano per il nuovo assetto delle tramvie urbane, alle lunghe concessioni bisognerà pure adattarsi, e la cittadinanza dovrà rimettersi al senno ed alla oculatezza dei suoi amministratori perchè i contratti siano fatti in modo da tutelare i suoi interessi presenti e futuri. Nel caso di Torino il problema sarà complicato ancora dai contratti esistenti, che vincolano il Comune per molti anni ancora.

La Commissione volle accennare di volo a queste questioni, che escono dall'ambito dell'incarico avuto, per mettere meglio in evidenza che dalla trasformazione del sistema di trazione qualche onere, sotto una forma o sotto un'altra, verrà certamente al Comune.

Si deve d'altra parte considerare che l'adozione di un buon sistema di trazione meccanica porterebbe al servizio tramviario dei miglioramenti dai quali i cittadini trarrebbero non dubbi vantaggi.

In prima linea devono mettersi una rapidità e puntualità del servizio, quali la trazione a cavalli non potrà mai dare.

La possibilità di far trascinare al bisogno dalle vetture automotrici delle vetture ordinarie da alla trazione meccanica una notevole elasticità, onde si può provvedere ove occorra al trasporto di un numero straordinario di viaggiatori senza danneggiare la regolarità del servizio.

Inoltre le interruzioni del servizio durante le neviccate, interruzioni tanto incommode perchè tolgono alla circolazione cittadina un importante sussidio proprio quando più se ne sente il bisogno, possono essere quasi completamente evitate.

La trazione meccanica è per le ragioni suesposte tanto apprezzata, che la sua sostituzione alla trazione a cavalli ebbe dovunque per effetto un notevole sviluppo del movimento. Gli aumenti di traffico veramente meravigliosi, dei quali si citano esempi, non si ripeterebbero certo a Torino. Avvennero in generale in città che si trovavano in uno stadio di rapido sviluppo e nelle quali i mezzi di comunicazione erano difettosi e scarsi, mentre Torino possiede già una rete di tram assai estesa e sulla quale si fa un servizio, se non ottimo, in complesso abbastanza soddisfacente. Pur tuttavia un discreto aumento si può anche qui attendere,

e di ciò dovrebbe essere tenuto conto nello stringere i contratti.

La Commissione ritiene quindi che convenga promuovere l'applicazione della trazione meccanica quando, ciò che essa crede possibile, si trovi un equo temperamento fra gli interessi dei contraenti, ed ha perciò intrapreso lo studio che qui presenta:

Siccome, come si è detto, la questione non è urgente, cittadini ed amministratori avranno tempo di discuterla e di prendere una decisione ponderata. La Commissione si lusingherà di non aver fatto opera del tutto inutile, se il suo studio, e la discussione che su esso verrà qui fatta, potranno fornire qualche elemento alla risoluzione di questa importante questione cittadina.

Nel presente studio la parte finanziaria avrà, e non poteva essere altrimenti, una estensione assai limitata. Un confronto attendibile fra le spese di impianto e di esercizio dei vari sistemi in uso si può fare infatti soltanto dinanzi a progetti concreti, e non in un esame generico, quale è il presente.

Del resto, come si vedrà, la questione finanziaria sarà per molti sistemi di trazione meccanica eliminata *a priori* dalle considerazioni tecniche. Nell'esame poi di altri, che dal punto di vista tecnico sarebbero accettabili, la Commissione tenne sempre presente, che, soddisfatte le esigenze di un servizio comodo e sicuro, sta nell'interesse stesso del Comune di preferire quei sistemi, per i quali richiedendosi minori spese di impianto e di esercizio possono essere offerte al Comune e questo può esigere condizioni più vantaggiose.

Premesse queste considerazioni generali, passiamo ora ad esaminare i principali sistemi di trazione meccanica che per le tramvie furono applicati o proposti.

Non si prendono in esame quelli che comportano l'uso di locomotive separate. Infatti se si può ammettere che in casi di grande affluenza viaggiatori una vettura ordinaria sia rimorchiata dalla vettura automotrice, il trasporto nelle circostanze ordinarie dovrà essere fatto con vetture indipendenti, succedentisi a brevi intervalli, come è richiesto per un servizio rapido e comodo fra i vari punti della città.

I sistemi di trazione meccanica con vetture automotrici si dividono in due classi, secondochè la vettura porta con sè la provvista di energia necessaria per un certo percorso, oppure questa viene somministrata lungo la linea per mezzo di una rete di distribuzione.

Coi sistemi della prima classe la costruzione della linea è ridotta alla massima semplicità.

L'essere poi le vetture dotate di una certa provvista di energia, le rende indipendenti fra

loro, onde una interruzione totale del servizio è quasi impossibile. Per incontro invece le vetture hanno un notevole peso morto, onde le spese di costruzione del binario e di trazione aumentano, e la loro costruzione è complicata, onde sono più facili i guasti e più forti le spese di manutenzione.

Ai sistemi con distribuzione di energia lungo le linee si possono attribuire pregi e difetti opposti.

*Vetture automotrici indipendenti.* — Alle vetture automotrici indipendenti la energia motrice può essere fornita dall'aria compressa, dal vapore, dal gaz e dalla corrente elettrica generata da una batteria di accumulatori.

*Vetture ad aria compressa.* — La sola vettura ad aria compressa che finora abbia avuto qualche importante applicazione (a Parigi, Nantes, Berna) è quella dovuta a Mekarski.

L'aria, contenuta in una serie di serbatoi disposti sotto la cassa, è compressa ad una pressione variante da 40 a 80 atmosfere, che viene ridotta a 8 atmosfere prima di arrivare ai cilindri. Per compensare il raffreddamento prodotto dalla dilatazione, l'aria, all'uscire dal regolatore di pressione, passa in un recipiente pieno d'acqua a 170°-180°.

Prescindendo anche dall'inconveniente di avere sotto la vettura recipienti sottoposti a pressioni fortissime, questo sistema presenta parecchi difetti che si opposero fino ad ora, e crediamo si opporranno in avvenire, al suo sviluppo, malgrado i vantaggi che l'aria compressa presenta per la pulizia e l'igiene.

Infatti, o si vuol mettere la vettura in grado di compiere un lungo percorso senza rifornirsi, ed allora il suo peso diventa fortissimo; o si applicano alla vettura serbatoi di piccola capacità, ed allora si è costretti a stabilire stazioni distaccate dalla centrale per il rifornimento, e condurvi l'aria per mezzo di condotte ad alta pressione, sempre difficili a mantenersi, complicando così notevolmente l'impianto fisso. Anche il rifornimento dei serbatoi di acqua calda, per una rete complessa, con parecchie teste di linea, presenta delle difficoltà.

I difetti del sistema Mekarski suggerirono l'uso di vetture assai più leggiere, fornite di una piccola provvista d'aria a pressione moderata, che si rinnova lungo il percorso per mezzo di prese distribuite ad intervalli relativamente brevi lungo la linea.

Su questo concetto si basano i sistemi Hughes e Lancaster, Pardy e quello più recente ideato da Conti, che la Società di Parigi per l'utilizzazione dell'aria compressa, diretta dal Popp, si propone di adottare per le sue linee di tramvie e

che negli esperimenti preliminari avrebbe dato buoni risultati.

In questo sistema, che rappresenterebbe il tipo più perfezionato del genere, il rifornimento delle vetture si fa per mezzo di apparecchi automatici, disposti ad intervalli di 1500 m. circa, e normalmente dissimulati in pozzetti posti nell'interbinario. Il conduttore ferma la vettura al punto di rifornimento, e con una leva agente sopra un pedale posto lungo il binario pone in azione l'apparecchio, che automaticamente si solleva e rifornisce il serbatoio della vettura. Un'altra semplicissima manovra del conduttore riconduce l'apparecchio nella posizione primitiva, e tutto ciò in brevissimo tempo. Il riscaldamento dell'aria si fa in un serpentino riscaldato da un fornello.

La Commissione ritiene che questo sistema, certo molto ingegnoso, sia troppo complicato per poter agire con sicurezza in un servizio corrente. Le spese di impianto, sulle quali non si hanno dati precisi, devono poi essere assai rilevanti, onde sembra che se all'applicazione del sistema Conti conviene forse pensare dove già, come a Parigi, esiste un importante impianto di distribuzione di aria compressa, che dà mediocri risultati per gli altri scopi cui è destinato, non è il caso di prenderlo in considerazione per Torino, ove tutto dovrebbe essere fatto *ex novo*.

*Vetture a vapore.* — Il solo motore a vapori applicato alle vetture tramviarie è quello a vaporizzazione istantanea del Serpollet. Esso è semplice, relativamente leggero, e non presenta i pericoli dei motori a vapore con caldaia di grande capacità. Il macchinario occupando una delle estremità delle vetture, è necessario aver alle teste di linea delle piattaforme per far girare queste, ciò che però non è un inconveniente grave.

Gli esperimenti fatti negli scorsi anni, specie dalla Società degli Omnibus di Parigi, sembra abbiano dato buoni risultati, perchè, secondo una recente statistica, sarebbero in costruzione 144 vetture con motore Serpollet, quasi tutti per conto della Società ora nominata.

Queste vetture hanno l'imperiale e sono di costruzione massiccia e pesante, onde non converrebbero alle abitudini della nostra città. Quando però si pensi che il motore Serpollet viene impiegato, pare con successo, anche per piccole vetture automotrici per strade ordinarie, deve ritenersi che la costruzione di una vettura per tramvie relativamente leggera e di aspetto soddisfacente non presenti notevoli difficoltà.

Considerato quindi che col motore a vapore si realizzerebbe la assoluta indipendenza dei veicoli da qualsiasi stazione centrale di produzione di energia, ciò che non avviene nè per le vetture ad aria compressa, nè per quelle a gaz e ad ac-

cumulatori, delle quali tosto parleremo, pare alla Commissione che il sistema Serpollet meriti di essere tenuto in speciale considerazione, se non per una applicazione generale ed immediata, il che ora sarebbe prematuro, almeno in vista di probabili perfezionamenti futuri.

*Vetture ad idrocarburi.* — Delle vetture con motore ad idrocarburi si può dire che non sono uscite peranco dal periodo di esperimento.

La vettura che a tutt'oggi sembra aver dato miglior risultato è quella tipo Lührig, sperimentata con successo per due anni a Dresda, senza che però si venisse ad una applicazione definitiva, e adottata recentemente per una linea tramviaria a Dessau.

In essa la forza motrice è fornita dal gaz accumulato alla pressione di 8 atm., ed il motore è a due cilindri a semplice effetto.

La provvista di energia necessaria per percorrere una tratta di considerevole lunghezza importa con l'uso del gaz un sovraccarico assai minore che con l'aria compressa. D'altra parte però il motore a gaz, sia per la sua costruzione, sia perchè richiede un volante, ha un peso considerevole.

La difficoltà di incamminamento del motore a gaz (che obbliga a tenerlo in movimento durante le brevi fermate), la impossibilità di regolarne la velocità di rotazione e di applicarvi una distribuzione ad inversione di marcia, conduce poi all'aggiunta di un sistema abbastanza complicato di giunti e di ingranaggi, che aumenta il peso ed i pericoli di guasti dell'automobile. Un'altra difficoltà si incontra per provvedere l'acqua necessaria per il raffreddamento dei cilindri.

Ancor più ristretto è l'uso di motori ad idrocarburi liquidi, che avrebbero su quelli a gaz il vantaggio di rendere la vettura completamente indipendente da una stazione di carico, come si accennò per le vetture a vapore.

In conclusione si può dire delle vetture in questione, che è poco probabile abbiano a diventar realmente pratiche per un servizio importante, e che in ogni caso non potrebbero essere prese in considerazione ora per una applicazione immediata.

*Vetture con accumulatori elettrici.* — La vettura con accumulatori elettrici presenterebbe forse la soluzione preferibile della trazione meccanica delle tramvie in città non troppo accidentate.

Infatti, ai vantaggi comuni a tutti i sistemi di vetture recanti seco la provvista di energia motrice si aggiungerebbe una maggiore semplicità di meccanismo, l'assenza di fornelli e di serbatoi carichi di fluidi sotto pressione, il poter evitare la immissione di vapore e di prodotti della combustione nell'atmosfera, pregi tutti che compen-

serebbero largamente l'aumento di peso morto dovuto alle batterie di accumulatori.

I tentativi fatti con accumulatori a carica lenta, capaci di dare la corrente necessaria per il funzionamento di parecchie ore, non diedero però risultati incoraggianti, specialmente perchè, per non eccedere nel peso delle batterie, si davano alle piastre attive dimensioni incompatibili con la solidità necessaria per resistere alle azioni meccaniche ed alle forti correnti, che sono richieste in alcune fasi del funzionamento dei motori; onde spese di manutenzione inammissibili.

Nello scorso anno però la Società, che sfrutta i brevetti Tudor, mise in commercio un tipo di accumulatore, che sembra aprire un nuovo orizzonte all'applicazione di questi apparecchi alla trazione dei tram.

Abbandonate le costruzioni leggiere, si cercò di dare alle lastre una grande resistenza agli urti ed alle deformazioni. Inoltre il nuovo accumulatore sarebbe capace di sopportare senza guasti fortissime correnti, di modo che, oltre a prestarsi a tutte le esigenze della trazione, potrebbe ripristinare in breve tempo la carica consumata.

Quindi nelle linee servite con soli accumulatori, come quelle di Hagen, il ricarico di questi si può fare negli intervalli di fermata fra le corse.

Nelle linee a sistema misto (parte ad accumulatori e parte con distribuzione per filo aereo, come quelle di Hannover e Dresda) gli accumulatori, che funzionano nel percorso delle vie ove il filo aereo non è ammesso, ristabiliscono la loro carica nei tratti di linea serviti da filo aereo, per mezzo della stessa corrente, che fa agire i motori.

Nell'un caso e nell'altro il ricarico facendosi a brevi intervalli, la batteria ha, tenuto conto della robustezza della costruzione, un peso limitato.

Le informazioni attinte anche direttamente sono favorevoli a questo sistema di accumulatori, sia dal lato tecnico, che da quello finanziario, mentre le spese di esercizio, quantunque superiori a quelle del sistema a filo aereo, si manterrebbero in limiti ragionevoli.

La Commissione ritiene però che, quantunque queste applicazioni siano degne della massima considerazione, sarebbe prematuro preconizzare l'uso della trazione con accumulatori per l'esercizio di una rete importante di tramvie.

Della convenienza di adottare un sistema misto, del tipo usato ad Hannover e Dresda, sarà cenno in seguito.

*Vetture con distribuzione di forza lungo la linea.* — Esaurito l'esame dei principali tipi di vetture automotrici indipendenti, passiamo a quello dei sistemi nei quali la energia motrice viene distribuita alle vetture lungo la linea.

Non ci fermeremo all'esame dei sistemi detti pneumatico ed atmosferico, della cui applicazione non potrebbe certo esser questione.

E neppure crediamo sia da prendersi in esame per Torino la trazione con fune continua. Questo sistema, ancora molto usato in America e che conta anche qualche applicazione in Europa, specialmente per linee a traffico intenso e grandi pendenze, sulle quali può essere ancora vantaggioso perchè non richiede meccanismi pesanti sulle vetture e non fa assegnamento sulla aderenza, tende ora, in causa delle fortissime spese di impianto e di esercizio, a cedere il passo alla trazione elettrica.

Passiamo quindi senz'altro all'esame di questa.

*Distribuzione di energia elettrica.* — Accenneremo appena all'uso della corrente alternata che tante incertezze e difficoltà presenta anche per i motori fissi, ed è ancora ai suoi primi esperimenti a Lugano.

Allo stato attuale, quando una Società di tramvie intendesse valersi di un trasporto di forza a corrente alternata per esercitare le sue linee, non si potrebbe suggerire altro mezzo di utilizzazione che il trasformare la corrente alternata in continua, come si pratica ora a Roma e si farà a Milano.

In quasi tutti gli impianti che si fanno ora, la distribuzione è fatta con corrente continua a 500 volt, generata in apposita stazione centrale, e gli apparecchi utilizzatori sono disposti in derivazione sul circuito principale.

La presa di corrente della vettura si fa con un pezzo che segue continuamente il conduttore di distribuzione, disposto in un canale aperto o sospeso sopra la linea, ovvero mediante i contatti successivi di una navetta posta sotto la vettura con blocchi metallici disposti a fior di terra nell'interbinario, i quali, solo al passaggio della vettura, vengono con opportuni artifici messi in comunicazione col conduttore principale, che è completamente sotterrato.

*Contatti successivi.* — La distribuzione a contatti successivi, la cui spesa d'impianto sarebbe intermedia fra quelle dei due sistemi a contatto continuo ora ricordati, presenterebbe sopra questi dei vantaggi non piccoli.

Nessun ingombro avrebbesi fuori terra, e, restando il conduttore normalmente isolato dall'esterno, ogni pericolo per gli altri veicoli e per i pedoni rimarrebbe eliminato. Le difficoltà di pulizia del canale e dello smaltimento delle acque piovane, che s'incontrano nella distribuzione con conduttura sotterranea, con feritoia longitudinale, sarebbero pure evitate.

Un altro vantaggio della conduttura per con-

tatti successivi sarebbe quello di semplificare la soluzione del problema dell'incrocio di linee di Società diverse, problema che si presenterà a Torino qualora non si muti l'ordinamento tramviario esistente, e che con la distribuzione a contatto continuo, massime sotterranea, domanda ripieghi abbastanza complicati.

D'altro lato però questo sistema presenta delle difficoltà notevoli. La comunicazione temporanea col conduttore si faccia, per accennare solo ai sistemi più razionali, con distributori, come nel tipo Claret et Vuillemier, ora applicato in una linea a Parigi, o con contatti mobili, messi in azione da elettrocalamite eccitate dalla stessa corrente operatrice, come nei sistemi Wheless, applicato a Washington, e Diatto, si ha sempre a fare con apparecchi numerosi e delicati, che qualora funzionassero irregolarmente potrebbero non solo dar luogo ad interruzioni del servizio, ma anche mettere in comunicazione permanente il conduttore sotterrato con l'esterno, con evidente pericolo dei passanti.

Altra difficoltà presentano i blocchi di presa di corrente stabiliti sulla pubblica strada. Essi devono essere abbastanza sporgenti perchè la navetta della vettura venga in contatto con essi e non col suolo, e non troppo affinchè non ne venga intralciata la circolazione degli altri veicoli.

È da temere quindi che questi sistemi presentino delle difficoltà, che potrebbero essere molto gravi col sistema di selciatura ora in uso nelle vie di Torino. La riuscita poi dipende così strettamente dalle condizioni di manutenzione delle strade, dal carreggio, dal clima, che soltanto un esperimento locale potrebbe togliere ogni dubbio al riguardo.

Per l'impianto in vie antiche, nelle quali il sottosuolo è ingombro in ogni maniera di canali e condotti, quali se ne hanno molte a Torino, le difficoltà di costruzione possono poi essere gravi. Si deve osservare però che sotto questo punto di vista la condotta in canale aperto si trova in condizioni ancora più cattive.

Tenuto poi conto che anche i sistemi di questa classe che ricevettero qualche applicazione non si possono ancora considerare come usciti dallo stadio di esperimento, la Commissione si deve limitare riguardo ad essi ad esprimere il desiderio che ricevano da una più lunga prova la necessaria sanzione, mentre essa ritiene che almeno per una parziale applicazione se ne potrebbe trarre vantaggio.

*Canale sotterraneo.* — Passiamo ora all'esame delle distribuzioni a contatto continuo con conduttore che corre in un canale posto sotto una rotaia o lungo l'asse del binario.

Questo sistema, togliendo ogni ingombro fuori terra e riducendo quello del suolo alla fenditura per la quale passa il sostegno del contatto stri-

sciante solidale con la vettura, presenta vantaggi molto apprezzabili nelle città ove, per essere le vie assai tortuose, o per essere l'aria già solcata da numerose linee telefoniche, telegrafiche e per la illuminazione, l'uso del conduttore aereo, coi suoi apparecchi di sostegno e di guardia, condurrebbe a costruzioni assai ingombranti.

Se non che questi vantaggi si acquistano a carissimo prezzo. Se prendiamo, per attenerci ad un caso concreto, il tipo di condotta adottato, sembra con buoni risultati, dalla casa Siemens per le tramvie di Budapest, tipo che dal punto di vista del costo sarebbe il più conveniente per i nostri paesi, perchè vi predomina la struttura muraria, si può ritenere che la spesa d'impianto non sarebbe inferiore a L. 100,000 per km. di binario semplice.

E ciò nella supposizione più favorevole, quale, come già notammo, difficilmente si avvererebbe per le vie interne principali di Torino, nelle quali può interessare di non avere ingombri fuori terra, che nel sottosuolo non s'incontrino gravi ostacoli alla costruzione del canale principale e di numerose comunicazioni fra esso e la rete delle fogne, indispensabili nel tipo di Budapest a sezione trasversale ristretta per guarentire l'isolamento del conduttore durante le forti piogge.

E si noti che questo sistema ed analoghi, oltre che per riguardo allo smaltimento delle acque piovane è, per parte di alcuni tecnici, oggetto di altre critiche relative alla poca accessibilità del conduttore e alla difficoltà di eseguire la pulitura del canale, onde in recenti impianti, specie americani, si costrussero canali di dimensioni assai maggiori, con pozzetti distribuiti lungo la linea per dar facile accesso ai punti più importanti. Le spese d'impianto di questo conduttore amplificato sono naturalmente superiori d'assai a quelle della condotta a sezione ristretta.

Ma si accetti pure anche quest'ultima, la Commissione non ritiene che essa presenti vantaggi corrispondenti al suo costo. E tanto più è confortata ad esprimere questo parere in quanto è convinta che la distribuzione con filo aereo, assai meno costosa, è pienamente accettabile per Torino.

*Distribuzione con filo aereo.* — Il notevolissimo risparmio nelle spese d'impianto risulterà evidente dal seguente parallelo, per stabilire il quale partiremo dai dati seguenti :

La lunghezza effettiva della rete torinese, che per semplicità supponiamo esercitata da una sola Società, è di circa km. 85 di binario semplice. Invece la lunghezza delle linee esercitate (ottenuta con l'addizione delle lunghezze delle singole linee in esercizio, contando come doppi i tratti di linea a semplice binario) è di km. 123 circa.

Ammessa come spesa d'impianto :

L. 100,000	al km.	per la condotta	sotterranea
» 40,000	»	»	» aerea

compreso l'armamento ;

Ammessa la dotazione di 3 vetture automotrici, del prezzo di L. 16,000 caduna per ogni 2 km. di linea esercitata (dotazione corrispondente a condizioni medie di movimento), ed una spesa di lire 10,000 per vettura per la stazione centrale, si avrà una spesa complessiva d'impianto di

L. 7,300,000	per la condotta	aerea
» 13,400,000	»	» sotterranea.

Quanto alle spese di esercizio si può ritenere siano per i due sistemi pressochè uguali.

Le cifre esposte non sono certo esattissime, ma hanno un valore comparativo sufficiente. Il loro rapporto è di 100 a 184 e la differenza è tanto forte, che solo quando il sistema del filo aereo presentasse inconvenienti assai gravi, converrebbe dare la preferenza alla condotta sotterranea.

Confidiamo invece di poter dimostrare che degli inconvenienti che all'uso del filo aereo si attribuiscono, parte non esistono, e a quasi tutti gli altri si può con adatti ripieghi rimediare.

*Estetica.* — E dapprima per togliere di mezzo la questione estetica, citeremo, per non uscire dal nostro paese, gli esempi di Roma, di Milano e di Genova. Chiunque abbia avuto occasione di vedere gli impianti di tramvie elettriche di queste città, si sarà convinto che il filo aereo, coi suoi sostegni e ripari, non altera, nè guasta in modo sensibile la prospettiva degli edifici e, delle strade. Talché senza affermare, come si fa da alcuni, che il filo aereo finirà per diventare un elemento di decorazione, si può ritenere che dopo poco tempo esso non reca alcuna spiacevole impressione neppure all'occhio più difficile.

Si noti poi che Torino, con le sue vie diritte, richiede il minimo di quelli apparecchi di tensione necessari per seguire da vicino col filo l'andamento del binario, i quali aumentano notevolmente, la pesantezza della linea aerea, mentre invece il solo filo principale ed i suoi sostegni (corde od aste) possono essere disposti con una certa regolarità, d'effetto non sgradevole all'occhio.

Nei passaggi per le grandi piazze potrebbero poi essere ammessi i sostegni isolati, ai quali si può dare aspetto elegante, e che non darebbero maggior ingombro di quelli delle lampade elettriche, coi quali potrebbero anzi essere combinati.

Non si accenna neppure ai viali, lungo i quali le aste di sostegno del filo non sarebbero neppure avvertite.

Non è escluso poi si possa dare all'asta che porta il contatto scorrevole disposizione tale da permettere a questo di seguire il filo aereo anche se esso si scosta alquanto dall'andamento del binario; disposizione questa che permette di ridurre la complicazione dei reticolati di tensione nei passaggi delle curve.

Senza entrare dunque in maggiori particolari costruttivi, riteniamo di poter asserire che nessuna seria obiezione può essera fatta al filo aereo dal punto di vista estetico.

*Pericoli.* — Veniamo ora ai pericoli derivanti dalla caduta a terra del filo di distribuzione o dei fili telegrafici e telefonici su di questo.

E a proposito di questi pericoli premettiamo che gli esempi di disgrazie accadute negli Stati Uniti d'America, spesso citati dai fautori di altri sistemi, hanno un valore relativo per impianti da farsi nei nostri paesi.

In America la sorveglianza governativa e municipale è assai limitata, onde le Società private che esercitano servizi pubblici sono indotte quasi esclusivamente dalle conseguenze penali e civili, cui esse vanno incontro verso i danneggiati, a prevenire gli inconvenienti che da impianti e manutenzione imperfetta possono essere cagionati.

Questo sistema, che in definitiva riesce assai efficace, richiede, per entrare pienamente in vigore, un certo tempo di preparazione, durante il quale prevalgono troppo spesso criteri diretti a procurare all'impresa copiosi lucri immediati.

Ben diversamente vanno le cose presso di noi, ove l'Autorità tutoria provvede fin da principio a garantire la sicurezza dei cittadini con prescrizioni e sorveglianza dell'impianto e dell'esercizio.

Con l'uso di buoni materiali, con un lavoro accurato nella posa e con accurate visite periodiche il pericolo di caduta del filo di distribuzione può essere eliminato quasi totalmente.

Esiste realmente la possibilità di danni agli apparecchi telegrafici e telefonici, e di incendi nei locali ove si trovano, in causa delle intense correnti derivate che si stabiliscono lungo i fili dei detti apparecchi, quando, spezzandosi, vengono a cadere sul conduttore della tramvia, ma l'uso di fili di guardia, o di tegumenti isolanti, aderenti alla parte superiore del conduttore, disposti nei punti d'incrocio di questo coi fili da proteggere, è rimedio sufficiente.

Nelle città americane, ove per lunghi tratti di via l'aria è addirittura annebbiata da fasci di conduttori, l'aggiunta di numerosi fili di guardia necessari può essere inammissibile; non crediamo l'ostacolo esista a Torino, ove gli attraversamenti non sarebbero nè numerosi, nè complicati.

L'aggiunta di fili fusibili agli apparecchi che

si vuol proteggere vale poi a completare le disposizioni di sicurezza che si possono prendere.

*Perturbazioni e danni ad impianti esistenti.*

— Per trattare da ultimo quanto riflette le perturbazioni nel funzionamento degli apparecchi telefonici e telegrafici ed i danni che dall'esercizio dei tram elettrici possono derivare alle condotte metalliche d'acqua, gas, ecc, esistenti nel sottosuolo, è necessario considerare il circolo seguito dalla corrente operatrice.

Nel sistema con conduttura sotterranea non si incontra serie difficoltà per disporre nel canale due conduttori isolati, l'uno per l'andata, l'altro per il ritorno della corrente. Allora nessuna derivazione può avvenire traverso il suolo, e, per essere i due conduttori assai vicini l'uno all'altro, nessun effetto d'induzione, dovuto alle variazioni di intensità della corrente operatrice, viene risentito a distanza.

Nei sistemi a contatti successivi lo stabilire il doppio conduttore non è più così facile, ma gli ostacoli non sono ancora gravi: lo si riscontra, per esempio, nel sistema Wheless.

Ma nella distribuzione con filo aereo la doppia conduttura, in alcuni casi anche impiegata, conduce a complicare ed a rendere più pesante tutta la costruzione sospesa, onde conviene, se si può, evitarla ed adoperare per conduttore di ritorno lo stesso binario, con le rotaie congiunte elettricamente fra loro, o un conduttore nudo, immerso nel suolo e congiunto con le rotaie a brevi intervalli.

Allora però due inconvenienti accadono:

1° Le variazioni d'intensità che si verificano nella corrente operatrice, che percorre l'unico filo aereo, danno luogo ad effetti d'induzione, che disturbano il funzionamento degli apparecchi telefonici e telegrafici;

2° Le correnti derivate dal conduttore di ritorno traverso la terra producono pure perturbazioni analoghe a quelle ora accennate. Inoltre dove esse incontrano condutture metalliche tendono a seguirle producendo corrosioni nei punti d'entrata ed uscita della corrente, dovute ad azioni elettrochimiche.

L'uso di dinamo generatrici ben regolate ed a corrente assai costante, una buona costruzione del contatto scorrevole per la presa di corrente, l'applicazione alle vetture di reostati, che non permettano al conduttore di far variare bruscamente la intensità della corrente che traversa i motori, sono mezzi efficaci per diminuire le perturbazioni dovute a fenomeni d'induzione.

Con un'accurata connessione elettrica delle rotaie si riesce ad eliminare in gran parte la produzione di correnti derivate traverso il suolo, e ad evitarne quindi i dannosi effetti. Le condotte

metalliche sotterrate si proteggono poi al bisogno con *feeders* di ritorno, congiungenti il polo negativo della stazione centrale (posto a terra) con i punti più minacciati delle dette condotte.

Per quanto riflette le perturbazioni degli apparecchi telegrafici e telefonici talvolta, il che del resto non richiede spese eccessive, si dovette ricorrere a provvedimenti radicali, quali lo spostamento di alcuni fili e l'aggiunta di conduttori isolati per la chiusura del circuito. Quest'ultimo provvedimento, sia detto fra parentesi, sarebbe assai utile anche per impedire, ciò che ora accade a Torino, ove i telefoni chiudono il circuito con la terra, che le conversazioni trasmesse lungo un filo siano udite dagli utenti di fili ad esso paralleli.

Non è il caso di dilungarci più oltre intorno a questi provvedimenti per i quali rimandiamo alle pubblicazioni speciali e, fra le altre, all'importante Regolamento emanato nel 1894 dal Ministero del Commercio d'Inghilterra; crediamo però di poter affermare che i mezzi per eliminare gli inconvenienti che alla condotta aerea s'imputano non mancano, nè sono di difficile o troppo costosa applicazione.

E su questi inconvenienti la Commissione volle intrattenersi con qualche insistenza per dare affidamento che, se essa consiglia l'adozione del filo aereo, non lo fa senza essersi resa conto delle difficoltà che nell'applicazione di esso si possono presentare.

*Avvenire.* — Aggiungeremo ancora che a questa conclusione ci induce anche la preoccupazione di non impegnare troppo l'avvenire.

Quantunque il sistema del filo aereo, il solo largamente diffuso, abbia dato fino ad ora risultati assai soddisfacenti, non si può certo ritenere che esso rappresenti la perfezione in fatto di trazione meccanica delle tramvie urbane.

Sarebbe a nostro avviso altrettanto errato di non volerlo applicare ora per attendere possibili perfezionamenti di altri sistemi, quanto il ritenere che importanti miglioramenti delle vetture indipendenti, che tanti vantaggi presenterebbero, non conducano, specie per le tramvie urbane senza forti pendenze, all'abbandono delle ingombranti distribuzioni di energia lungo la linea.

In vista di questo pare alla Commissione che la distribuzione con filo aereo, che impegna minori capitali in impianti fissi, si presenti sotto un aspetto favorevole.

*Conclusioni.* — Ed ora è venuto il momento di formulare le nostre conclusioni, che potranno essere il punto di partenza della discussione :

1° La sostituzione della trazione meccanica a quella a cavalli non è, nelle condizioni presenti della città di Torino, urgente.

2° La trasformazione è però desiderabile, in vista dei vantaggi che la cittadinanza potrà risentire da un notevole miglioramento del servizio, quale si può attendere dalla trazione meccanica.

3° Purchè quindi la trasformazione non accolti gravi oneri al Comune, la Commissione crede con venga promuoverla.

4° Tenuto conto dei punti di vista tecnico e finanziario, la Commissione consiglia l'uso della trazione elettrica con corrente continua a potenziale costante di 500 Volt, con filo aereo e ritorno di corrente per le rotaie, senza esclusione di alcuna delle vie ora percorsa dalle tramvie a cavalli.

5° Il Comune opererà saggiamente garantendosi di fronte ai concessionari per i danni che, se non si prendono le necessarie precauzioni, possono da questo sistema di circuito derivare a terzi.

6° Qualora l'uso del filo aereo in alcune vie e piazze incontrasse delle opposizioni insormontabili per parte dei cittadini o dell'Amministrazione comunale, la Commissione suggerisce come ripieghi parziali per tali vie e piazze l'uso di accumulatori o di un sistema a contatti successivi o a condotta sotterranea.

#### *La Commissione:*

- Ing.* PAOLO AMORETTI  
 » GIUSEPPE BOLZON  
 » SCIPIONE CAPPA  
 » GIUSEPPE CUTTICA  
 » GALILEO FERRARIS  
 » ETTORE THOVEZ  
 » LUIGI ERRERA, *relatore.*