

FERROCARRILS DE MUNTANYA

La importància que a la nostra terra van adquirint els ferrocarrils de muntanya destinats a fins de turisme, fa necessari parlar de les diverses solucions que existeixen per resoldre un determinat problema de transport per muntanya. Una orientació general sobre aquestes matèries pot ésser molt útil tant al tècnic com al financer, ja que tots dos poden trobar-se en el cas de col·laborar, cadascun dins la seva esfera, en obres d'aquesta mena.

El nostre objecte és fer la comparació, en el terreny econòmic, entre tots els sistemes que s'han ideat i, aquesta comparació, no la farem pas donant opinions personals, que poden ésser més o menys dolentes, sinó basant-nos en estadístiques que si a casa nostra no es publiquen, es troben en altres països publicades amb tot el detall que pugui desitjar la persona més exigent.

Ara bé, ¿quines són les menes de ferrocarrils que, per guanyar forts desnivells en terreny de muntanyes, estan avui establertes? Formen dos grups ben delimitats segons el sistema de tracció que s'usi: I) Ferrocarrils els trens dels quals són arrossegats per una locomotora; i II) Ferrocarrils amb la tracció encomanada a un cable, mogut per una màquina fixa situada en un dels extrems. Els ferrocarrils del primer grup poden ésser de cremallera o bé d'adherència. En el segon grup la tracció la fa un cable, que és semblant a una corda que en llatí s'anomena *funis* i en diminutiu *funiculus*; és a dir, són els funiculars.

En els sistemes que formen el primer grup, és essencial que la locomotora o vagó automotor arrossegui junt amb el seu propi pes, el dels vagons i el de les persones o mercaderies que transporta. La potència de la locomotora serà en aquests casos important i també ho serà el consum d'energia necessari per a moure els trens.

En els ferrocarrils de simple adherència, en què s'utilitza la tracció de vapor, es considera com a màxim pràctic la rampa de 2,5 per 100 i sols excepcionalment, en país de muntanya, s'admeten inclinacions de més de 3 per 100. Aquests límits provenen únicament de la manca de potència de les locomotores, perquè essent molt feble el coeficient de tracció en via horitzontal, la més petita rampa requereix un augment considerable de

l'esforç de tracció. En aquestes condicions aviat s'arriba al límit de la potència de vaporització de la caldera. Però, sigui com sigui, hi ha una barrera que s'oposa a l'adopció de fortes pujades en les línies dels ferrocarrils de vapor.

Ja dels temps anteriors a la implantació de les línies ferroviàries destinades al servei públic, cap a l'any 1804, s'havia cregut que l'adherència de rodes i carrils, no era suficient per a assegurar la tracció dels trens en les mines, únic camp d'acció dels ferrocarrils d'aquell temps. Fou aleshores que va néixer el carril de cremallera amb la missió d'augmentar l'adherència, que es creia insuficient fins per a les línies completament horitzontals. Però en 1813, l'enginyer anglès William HEDLEY va trobar ja tan incòmode l'ús de la cremallera, que va voler provar si era realment necessària i d'aleshores ençà els ferrocarrils de pendents corrents circulen sense cremallera.

Arribat el dia en què es varen començar a fer ferrocarrils en terreny muntanyós, és natural que els enginyers pensessin en la desterrada cremallera, perquè aleshores no tenien altre mitjà d'assegurar la tracció dels trens muntanya amunt. No va ésser cap invent; va ésser una renaixença que havia de topar aviat amb un nou competidor, fins aleshores imprevist: la tracció elèctrica.

En efecte; els ferrocarrils elèctrics no tenen altra limitació de la pendent que l'adherència i, encara, amb el subterfugi de fer tots els carruatges motors, el límit s'allunya, perquè tot el pes del tren pot arribar a ésser pes adherent. Així s'ha arribat a San Francisco de Califòrnia a una pendent del 14 per 100 sense cremallera i, per tot arreu, es considera com un límit pràctic, en línies amb tracció elèctrica, la pendent del 10 per 100.

A partir d'aquest moment de la història dels ferrocarrils de muntanya, existeixen, dins el grup dels que usen locomotores, dos sistemes que es fan la competència. D'un costat, els ferrocarrils de simple adherència aplicats a pendents que no passen correntment del 10 per 100; d'altra banda, els ferrocarrils de cremallera que arriben fins a pendents del 25 per 100. Tots ells moguts per tracció elèctrica, perquè també els nous cremalleres s'han ajustat a aquest sistema, desterrant la tracció de vapor.

Tot el què havem dit és la història del primer grup de ferrocarrils de muntanya des de que s'en començaren a fer fins a 1925. Durant aquest període de temps, a Suïssa, país en què gairebé tots els ferrocarrils són línies de muntanya, s'han construït moltes línies de via estreta de simple adherència i moltes línies de cremallera i d'altres mixtes d'adherència i de cremallera. Perquè es vegi la importància que ha anat adquirint el sistema de simple adherència, enfront del sistema de cremallera, copiem de l'es-

tadística oficial, el nombre de quilòmetres de cada sistema que s'han construït en cadascun dels períodes de cinc anys que han passat de l'any 1870 fins al 1925.

Anys	Linies de via estreta sense cremallera	Linies de cremallera i seccions de cremallera de les altres linies
1870 - 75	35,8 quilòmetres	23,9 quilòmetres
1875 - 80	12,5 "	0,0 "
1880 - 85	8,8 "	2,4 "
1885 - 90	203,8 "	34,3 "
1890 - 95	92,6 "	44,2 "
1895 - 1900	86,5 "	24,3 "
1900 - 05	352,3 "	7,1 "
1905 - 10	211,7 "	9,6 "
1910 - 15	357,4 "	25,5 "
1915 - 20	97,3 "	2,5 "
1920 - 25	21,9 "	0,0 "

D'aquesta estadística es desprèn que tots els ferrocarrils de turisme a Suïssa varen fer una primera volada fa quasi 60 anys. Va ésser la fuga de la novetat, que va passar desseguida, minvant molt l'establiment de noves línies d'adherència i deixant, en absolut, d'instalar-se noves línies de cremallera, fins al punt d'haver-hi, del 80 al 85, una baixa de 2,4 quilòmetres en el total de la longitud de cremalleres existents. Passada aquesta temporada de calma, ve una nova tongada de construcció que per als ferrocarrils sense cremallera té màxims i mínims però no cap interrupció sèria, apart de la produïda per la guerra, que no arriba, però, a la inactivitat absoluta. En canvi, dins el camp dels cremalleres, tenim un màxim del 85 al 95, època que coincideix amb la construcció del cremallera de Montserrat; però ve un nou desencant a minvar notablement la instal·lació de noves línies i és curiós que aquesta minva correspon a un dels màxims de la construcció de línies d'adherència. Aquest període és el dels cremalleres de vapor. Una nova empenta torna encara a somoure els cremalleres i aquest és el període de la tracció elèctrica, darrera revifalla del sistema que té un màxim en 1910-15 i que va ràpidament a zero, mig per raó de la guerra i mig per les pròpies culpes del sistema, tan car de construcció com d'exploació.

Fins ara, no hem parlat d'altra cosa que de fets; però no hem procurat esbrinar les causes més fondes de les puges i baixes dels cremalleres en comparació amb l'altre sistema, el d'adherència, cada dia més perfeccionat gràcies a la tracció elèctrica. La raó fonamental es troba en

el terreny econòmic. Els cremalleres són molt més cars que qualsevol altre sistema, i mentre la tracció de vapor no permetia fer línies de fort pendent, s'havia de recórrer al dit sistema; però del moment en què fou possible la pendent del 10 per 100, sense cremallera, emprant la tracció elèctrica, el camp dels cremalleres restà notablement reduït amb franca tendència a la desaparició total. Perquè ¿quina muntanya pot imaginar-se que no sigui abordable amb una línia que pot arribar fins a un 10 per 100 de pendent? A Suïssa, la línia de la Bernina, que travessa els Alps per un port de 2.256 metres sobre la mar, és de simple adherència, sense passar del 7 per 100 de pendent. La línia de Montreux al Berner Oberland, també a Suïssa, travessa aiximateix una zona muntanyosa de molta importància sense fer ús de la cremallera. A Cerdanya s'hi entra, des del Rosselló i el Conflent, passant un Coll de 1.590 metres, sense major pendent que el 6 per 100. A Chamonix, que està a més de 1.000 metres d'altura, s'hi puja sense cremallera per mitjà d'un ferrocarril elèctric que arriba al 9 per 100 de pendent. Hi ha realment muntanyes més elevades on no s'hi pot anar per aquest sistema, però ¿és que hi ha necessitat de fer ferrocarrils per a ús de quatre turistes que no arriben a pagar les gorres dels empleats? Els ferrocarrils s'han de fer on hi ha o pot haver-hi un gran moviment de viatgers i en aquests casos, encara el nombre ha d'ésser molt important per justificar la milionada que es necessita per a la construcció. Motiu d'això són les elevades tarifes del cremallera de la Jungfrau, on, per poder fer la viuviu, us fan pagar quasi vint duros per cap, en tercera. I si no es vol anar per aquest camí, és necessari un nombre de viatgers que arribi, com a Chamonix, a la ratlla del milió a l'any.

Si la diferència de cost entre les línies de cremallera i les de simple adherència no fos molt gran, i si el cost de l'explotació en els dos sistemes fos per un istil, no hi hauria per què desestimar la cremallera davant del ferrocarril elèctric de forts pendents, per tal com el què es guanyés de l'aplicació d'aquest no compensaria els toms i giravolts que cal fer donar a la línia per no depassar la xifra de màxim pendent adoptada. Però és que la diferència és molt important; i perquè hom s'en faci ben bé càrrec i vegi que la culpa de l'encariment és deguda, més que a cap altra cosa, a la cremallera, anem a comparar el cost quilomètric de la Bernina i del ferrocarril de Montreux al Berner Oberland, amb el pomig de totes les línies de cremallera que existeixen a Suïssa (un total de 15 línies amb una longitud de 117 quilòmetres entre totes).

Despeses de construcció per quilòmetre: (en francs suïssos)

Partides que intervenen en la construcció de la línia	F. C. elèctric de la Bernina	F. C. Montreux-Berner-Oberland	Promig de tots els cremalleres
Despeses generals	17.687 Fr. s.	11.883 Fr. s.	42.150 Fr. s.
Expropiacions i concessió	3.977 "	27.003 "	29.470 "
Infraestructura de la via	125.531 "	91.602 "	222.894 "
Superestructura de la via	35.164 "	32.819 "	72.497 "
Edificis i instal·lacions mecàniques ...	24.661 "	26.299 "	46.407 "
Instal·lacions per a la tracció elèctrica	40.313 "	35.094 "	39.577 "
Telèfon, senyals, etc.	2.558 "	3.282 "	2.103 "
Material mòbil	33.122 "	44.401 "	50.975 "
Mobiliari i serveis auxiliars	3.491 "	1.806 "	32.874 "
Cost total per quilòmetre	286.504 "	275.189 "	538.947 "

Desseguida es veu, examinant aquestes xifres, que les partides carès són les que la cremallera afecta. La infraestructura, per la necessitat de fer-la ben sòlida per poder fixar-hi al damunt les travesses metàl·liques sobre les quals reposen els carrils i la cremallera. La superestructura pel fet mateix d'entrar-hi travesses metàl·liques i la cremallera que són elements cars de per si i també perquè la via ha d'estar feta amb molta cura per evitar que, en-sorrant-se la cremallera o solament doblegant-se, es desengravi la roda dentada i tota la seguretat desaparegui en un instant. Les despeses generals, edificis, instal·lacions mecàniques i la darrera partida de totes, són elevades també per mor de la cremallera i perquè, en general, es tracta de línies curtes que difícilment arriben als 15 quilòmetres. El material mòbil resulta també més car per als cremalleres i això té molta importància perquè, encara que la diferència no és molt gran, essent la capacitat de transport molt reduïda en els cremalleres, el cost del material, en relació amb el nombre de persones que es poden transportar, en els darrers és més del doble que per als ferrocarrils de simple adherència.

Si ara, com a resum, tenim en compte que els preus dels cremalleres no solament són d'avant-guerra sinó bastant antics, per tal com del total de línies de cremallera i seccions de cremallera dels ferrocarrils mixtes, que sumen en tot 169 quilòmetres, ja se n'havien construït 100 quilòmetres l'any 1895; i tenim també present que el ferrocarril de la Bernina, que fa 61 quilòmetres, fou fet en 1908-10, i el de Montreux a l'Oberland Bernois, de 76 quilòmetres de longitud, fou fet de 1901 a 1912, comprendrem que si totes aquestes línies es fessin ara, la diferència entre uns i altres fóra considerablement més crescuda del que trobem en l'estadística. Per a tenir un punt de comparació, recordarem que el ferrocarril de les Gorges de Schö-

llenen, mixt d'adherència i cremallera, inaugurat en 1917, va costar a raó de 929.179 francs suïssos per quilòmetre; que el ferrocarril de cremallera de Chamonix al Montanvers va costar, en 1906-1909, 701.921,30 francs per quilòmetre; i que el cremallera de Montreux-Glion, fet en 1909, costà 933.615 francs suïssos per quilòmetre.

Una prova més de l'aversion dels enginyers cap els cremalleres la tenim en el fet de que ja abans de la tracció elèctrica varen idear els ferrocarrils mixtes d'adherència i cremallera per tal de reduir l'extensió d'aquesta. Un bon exemple n'és el de Stansstad a Engelberg, el qual sobre una llargada de 22,5 quilòmetres en té 1,5 de cremallera.

Però per molta que sigui la influència del cost de construcció no tindria una importància decisiva, perquè la construcció s'ha de fer només una vegada i no és difícil trobar gent que s'engresqui en una obra així, creient que l'èxit que tindrà el ferrocarril que es projecta compensarà el sacrifici imposat per la construcció. Però des del dia i hora en què el ferrocarril pot lliurar-se a l'explotació, comença un nou sacrifici per a la empresa, i és el de les despeses de personal, d'energia, de tallers, de via i obres, de direcció, generals, etc., i això no és ja un cop de coll com la construcció, sinó que és el nostre pa de cada dia, és el dogal al coll que ha obligat a plegar alguns cremalleres de Suïssa i a reduir el capital a quasi tots.

De l'estadística podem treure la comparació entre els dos ferrocarrils d'adherència de la Bernina i de Montreux al Berner Oberland i el bloc dels cremalleres.

Cost d'explotació en 1925	Bernina	Montreux B. O.	Cremalleres
Per km de línia	17.506 Fr. s.	21.024 Fr. s.	30.590 Fr. s.
Per km de tren	3,88 "	2,79 "	10,23 "
Per km d'eix ...	28,4 "	42,1 "	200,— "

Els cremalleres havent de fer trens de pocs vagons, i encara petits, tenen unes despeses d'explotació desproporcionadament més grans que els ferrocarrils de simple adherència. Naturalment, que no caurem en l'equívocació infantil de comparar els coeficients d'explotació entre ferrocarrils de tarifa distinta, però sí que serà bo comparar la recaptació per viatger i quilòmetre d'aquestes línies tantes voltes esmentades.

	Recaptació mitja per viatger i quilòmetre, en cm. de fr. suis
Ferrocarril de la Bernina	20,7
" de Montreux B. O.	15,2
Cremalleres	67,1

Ara bé; el f. c. de la Bernina passa, com hem dit, dels 2.000 metres d'altitud. Vegem la recaptació mitja per viatger i quilòmetre dels cremalleres que també passen dels 2.000 metres.

Pilatus	134,5 cèntims
Wengernalp	54,9 "
Gornergrat	109,9 "
Jungfrau	182,3 "

El Wengernalp no té la tarifa tan elevada, però és perquè té una llargada de 20 quilòmetres, és a dir, doble de la més llarga de les altres línies suïsses de cremallera.

De tot això resulta que les línies de cremallera, mal que siguin elèctriques, no poden utilitzar-se quan es tracta de trajectes una mica importants en quant a longitud. Les despeses de construcció i d'explotació obliguen a l'aplicació d'una tarifa pràcticament prohibitiva i, encara així, no s'evita que el ferrocarril no sigui un èxit econòmic com no ho són la quasi totalitat de les empreses d'aquest gènere a Suïssa. Moltes companyies de cremalleres suïssos han hagut de fer importants reduccions en el capital, i sobretot després del fracàs del ferrocarril de la Furka, mixte d'adherència i cremallera, on la primera companyia va liquidar amb una pèrdua de 43.137.666 francs, pot dir-se que les línies una mica importants resten reservades al sistema elèctric de simple adherència.

La cremallera passa aleshores a representar un sistema d'enfilar-se a les petites muntanyes a la vora de les estacions d'estiu i s'ha de posar en competència amb l'altre grup de ferrocarrils de muntanya, és a dir, els funiculars. Dins d'aquesta mena de línies de turisme, on s'ha de treballar per temporades, el més important és que la construcció i l'explotació siguin econòmiques. Altrament, no hi ha mitjà de salvar el capital que s'ha d'invertir en l'empresa. Aquesta condició només la pot reunir un funicular.

La primera cosa que salta a la vista és que el primer ferrocarril de muntanya fet a Espanya amb fins de turisme fou el cremallera de Montserrat en 1892. Passaren vuit anys durant els quals una Societat amb elements de l'empresa de Montserrat, intentà fer una nova línia de cremallera al Tibidabo. A la fi, en 1900, no obstant, va fer-se el funicular del Tibidabo, formant part de la Societat els elements nacionals de la companyia de Montserrat. D'aquest moment ençà els funiculars han crescut com a bolets a Vallvidrera, a Bilbao, a San Sebastià, a Montserrat mateix i fins a Gelida. En total hi ha set funiculars en explotació i dos en construcció (un a Montjuïc i un a Montserrat), sense comptar les concessions atorgades o

en tramitació que totes, a la curta o a la llarga, arribaran a realitzar-se. En canvi, de cremallera no se n'ha fet cap més ni es fàcil que s'en faci.

La nostra missió és fer veure quina és la raó de què tècnics i financers bascos i catalans hagin preferit el sistema funicular al sistema de cremallera.

En primer lloc, l'única empresa establerta a casa nostra per explotar un cremallera, és públic i notori que no es guanyava la vida mentre va ésser Societat suïssa. L'any 1919 reparteix un 3,20 per 100 a les accions i destina 3.063 ptes. a fons de reserva i 596 ptes. a compte nou. La revista *Los*

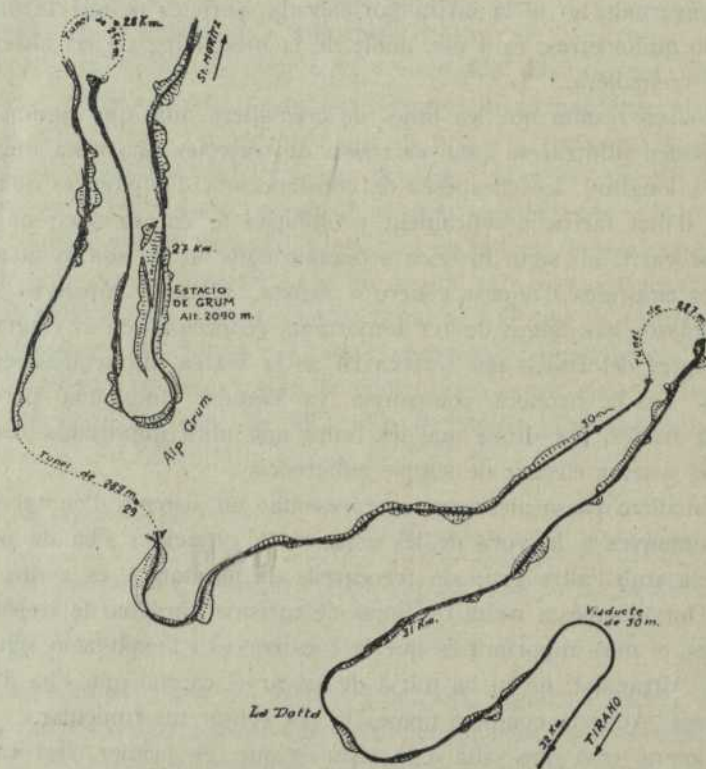


Fig. 1

El que arriba a fer un enginyer per fugir de la cremallera
Una secció del traçat del ferrocarril elèctric de la Bernina, a Suïssa, on es veuen 5 quilòmetres de tombos i giravolts amb una pendent uniforme del 70 per 1000 que usant la cremallera hauria estat molt més curt, però molt més car

transportes aèreos, de la qual treiem aquestes dades, declara que aquestes utilitats són ben satisfactòries i això, potser, vol dir que encara havien estat més reduïdes en anys anteriors. Més tard, el petit funicular de Sant Joan, que es guanyava molt bé la vida troba aïoli bancari per fer una emis-

sió de 2.500.000 de pessetes, aproximadament cinc vegades major que el seu capital-accions i compra les accions del cremallera. Des d'aquest moment, és de creure que qui sosté el conjunt, fent que sigui un negoci, és solament el funicular de Sant Joan i que el cremallera resta reduït a la missió de tramvia d'accés al funicular. I encara veiem que el cremallera ha d'aplicar una tarifa elevadíssima, ja que per a col·lectivitats aplica el bitllet "molt reduït" de quatre pessetes que comparat amb el desnivell guanyat resulta igual a la tarifa més alta del Funicular del Tibidabo.

Davant d'aquestes perspectives que són del domini públic, ¿qui gosaria fer un nou cremallera?

Doncs encara es pot dir més. A Suïssa i a la vora dreta del llac de Ginebra hi ha el poblet de Glion, comunicat amb la vora del llac per un cremallera—el de Montreux-Glion—i un funicular—el de Territet-Glion. El funicular reparteix el 7 per 100 al capital, en tant que el cremallera no dona ni un cèntim. El funicular pujà en 1925: 238.293 viatgers contra 154.965 que en pujà el cremallera. A igualtat de tarifa i, fins i tot, amb certs avantatges que dona el cremallera, el públic prefereix el funicular que fa el trajecte en 8 minuts contra 19 que n'està el cremallera.

És ben eloqüent, també, el següent paràgraf extret del fullet de propaganda del Funicular del Niesen a Suïssa: "*Il y a 16 ans déjà que fut élaboré un premier projet de chemin de fer à crémaillère au Niesen, partant de Wimmis à l'entrée du Simmenthal, mais les expériences malheureuses faites au Rothorn et a la Schynige-Platte firent abandonner ce système de traction qui aurait occasionné une dépense de plusieurs millions et nécessité une exploitation excessivement coûteuse.*" I aquesta opinió, expressada l'any 1902, portava els iniciadors del ferrocarril del Niesen a decidir-se per un funicular format per dues seccions amb transbord a la meitat del trajecte total.

Per fer ben bé la comparació entre els funiculars i els cremalleres hem d'acudir a l'estadística suïssa comparant la totalitat dels cremalleres amb la totalitat dels funiculars. La comparació no la farem com abans considerant com a unitat el quilòmetre, perquè els funiculars amb menor longitud guanyen desnivells majors. La farem per línies i tindrem:

	Cremalleres	Funiculars
Cost de construcció per línia	3.920.000 Fr. s.	650.000 Fr. s.
Despeses d'explotació per línia	275.000 "	57.000 "
Viatgers transportats per línia	102.905	232.395
Recaptació mitja per viatger i línia	4,75 "	0,32 "

Si els funiculars amb aquesta tarifa tan baixa es guanyen la vida i els cremalleres no, malgrat la tarifa elevada, no cal anar a cercar més argu-

ments en pro dels primers. Però com que a primera vista sembla que no pot ésser que hi hagi una diferència tan important, comparem el consum d'energia que per viatger representa el pujar-lo en cremallera o en funicular.

Suposem un ferrocarril destinat a guanyar un desnivell de 1.000 metres. De l'Estadística Suïssa resulta que el promig de pes de les locomotores de cremallera és de 15,5 tones i que el dels vagons és de 5,4 tones, amb una cabuda de 50 persones. És a dir, que un tren per pujar 100 viatgers pesaria ple:

1 locomotora	15,5 tones
2 vagons a 5,4 tones	10,8 "
100 persones a 70 kg	7,0 "
	<hr/>
TOTAL	33,3 "

Però, també, l'estadística ens diu que la utilització mitja dels llocs dels vagons és sols d'un 37 per 100. Fent la reducció corresponent tenim:

Pes de la locomotora	15,5 tones
Pes dels vagons	10,8 "
37 persones	2,6 "
	<hr/>
Pes mig del tren	28,9 "

Un tren així gastaria per pujar 1.000 metres:

$$28,900 \text{ Kg} \times 1,000 \text{ m} = 28,900,000 \text{ Kilogràmetres}$$

que en unitats de treball elèctric foren:

$$\frac{28,900,000}{367,200} = 78,6 \text{ Kilovats-hora}$$

El treball que això representa és net, sense resistències passives. Aquestes ens deixen un 67 per 100 de rendiment màxim en els ferrocarrils elèctrics ordinaris; però en el nostre cas és inferior perquè la transmissió per cremallera, en si, ja no té probablement més que un 70 per 100 de rendiment. El rendiment del conjunt davalla doncs, fins a menys del 50 per 100. Admetent el 50 per 100 de rendiment tindriem:

$$\frac{78,6}{0,50} = 157,32 \text{ Kilovats-hora}$$

i per persona transportada

$$\frac{157,32}{37} = 4,25 \text{ Kilovats-hora}$$

i encara negligim el consum produït per la tracció a les baixades.

I el funicular? Aquest no gasta res a la baixada ni gasta tampoc gran cosa si es mou sense viatgers. Els seus vagons es fan mútuament de contrapès i és sols una part del pes del cable i la diferència de pes entre els ocupants dels vagons, el què cal elevar. La màquina és fixa i un rendiment total del 70 per 100 és ben fàcil d'aconseguir.

Per viatger transportat, el màxim consum serà:

- Pes del viatger = 70 Kg.
- Altura a guanyar = 1000 m.
- Treball d'elevació = 70.000 Kgm.

que equivalen a 0,19 Kwh, que amb el rendiment de 70 per 100 s'en van fins a 0,27 Kwh.

Això és el màxim dels màxims, perquè comptem que l'altre vagó va buit; però, per tenir en compte el pes del cable, podem deixar aquesta xifra i fins elevar-la a 0,30 Kwh.

És a dir, que el cremallera consumiria per viatjar, SETZE VEGADES MÉS que el funicular en quant a energia ¹.

Però, encara, ens resta el personal. Segons la mateixa estadística suïssa el nombre mitjà d'empleats per línia de cremallera és 30 i per línia de funicular 8.

Comtant que el promig dels salaris sigui de 10 ptes. per jornal, tindrem com a import de la remuneració del personal d'explotació:

	Per dia	Per any
Funicular	80,— ptes.	29.200,— ptes.
Cremallera	300,— "	109.500,— "

Per calcular quan correspon per viatger transportat hem de tornar als ensenyaments de l'estadística suïssa. L'any 1925, entre 49 funiculars varen transportar 11.387.301 viatgers, en tant que tots els cremalleres que s'exploten, junts, en nombre de 13, varen transportar 1.337.761 persones. Això vol dir que el promig per línia va ésser:

Per Funicular	232.395 viatgers
Per Cremallera	102.905 "

¹ No s'ha de donar a aquestes xifres més que la valor d'una primera aproximació.

Els funiculars molt més curts i anant, com aquell que diu, per la dresera, han de tenir, forçosament, una molt major capacitat de transport que els cremalleres, que van per la marrada. Pensi's que uns i altres van, si fa no fa, a una mateixa velocitat.

La combinació de les despeses de personal amb els viatgers transportats ens duen a poder establir un cost aproximat per viatger, que és:

En els funiculars	0,13 pessetes
En els cremalleres	1,06 "

És a dir, que de tot això que havem dit resultaria que les soles despeses d'energia i personal obliguen a aplicar una tarifa ben diferent a cadascun dels dos casos. Però afegim que les companyies d'electricitat cobren un cànon per cavall de potència disponible i que aquesta serà molt major en un cremallera que en un funicular; que les despeses generals d'una companyia acostumen a ésser proporcionals a les altres despeses; i tot això ens donarà l'explicació de perquè la tarifa mitja per viatger i quilòmetre sobre els cremalleres suïssos és tan elevada en aquelles línies que es sostenen una mica bé i perquè les altres tenen una explotació tan poc desitjable.

S'ha parlat molt a Barcelona, durant aquests darrers temps, de si els cremalleres poden o no poden funcionar en temps de neu. La contestació l'hem de demanar a Suïssa. Allí no s'explota cap cremallera dels que arriben a regions on les neus cauen en abundància, sigui perquè van a llocs de molta alçada, sigui perquè circulen pel fons de valls estretes o engorjades, on per raó natural la neu s'acumula fins a gruixos un xic considerables. I és comprèn que així sigui, perquè la neu no sols s'oposa al pas del tren, com passa a tot carruatge que circula arran de terra valent-se de rodes, sinó que, en els cremalleres, colgant el carril dentat fa impossible l'engravació que és no solament l'element principal de propulsió sinó l'únic element de seguretat. Un cremallera sense el carril de cremallera es converteix, de fet, en unes muntanyes russes sense contrapendent que aturi el carruatge en la seva davallada vertiginosa. Recordem l'horrorosa catàstrofe del 25 d'agost a Chamonix. Un tren del cremallera del Montanvers, per raons fins ara desconegudes, restà sense engravació amb la cremallera i les conseqüències van ésser que es va estibar, matant a quasi tots els viatgers que l'ocupaven. Això no és possible allí on no neva gaire com a Montserrat; però en regions de molta neu un cremallera no és de cap manera una solució digna d'estudi.

Per les altes muntanyes on la neu abunda i on les obres de fàbrica han d'ésser forçosament costoses, no hi ha més remei que fer ferrocarrils que

suprimeixin les darreres, a l'ensem que tot contacte del tren o vagó amb terra. Això es resol fàcilment amb el funicular aeri suspès de cables.

L'èxit d'aquest sistema és tan gran, que en començar la guerra només n'hi havia tres en tot Europa i ara ja en tenim una vintena comptant els que aquest any es donaran a l'explotació.

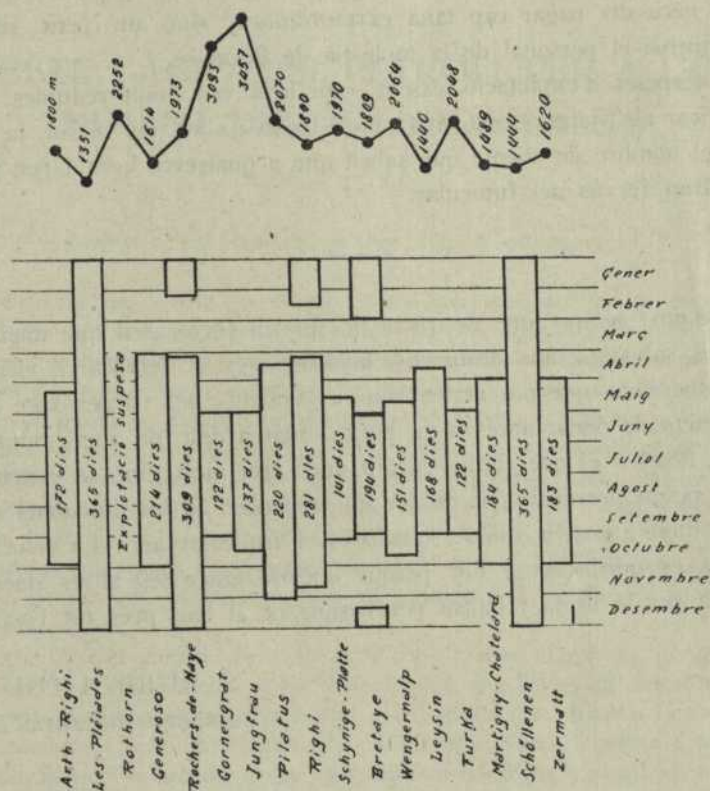


Fig. 2

Explotació dels cremalleres i ferrocarrils mixtos d'adherència i cremallera a Suïssa durant 1925. En el gràfic només consten els que sobrepassen els 1.000 metres d'altitud. Les altures màximes de la línia són, també, indicades en el gràfic. Com es pot veure, solament s'exploten tot l'any el cremallera de Les Pléiades i el f. c. del Schöllenen que només arriben als 1351 i 1444 metres respectivament

D'aquests funiculars en tenim un—el Raxbahn, a 80 quilòmetres de Viena—que en cinc mesos i mig ha transportat 120 mil persones. Aquests funiculars fins ara s'han construït amb cabines per a 25 persones; però la velocitat d'elles pot ésser major que en els altres funiculars, per la raó de tenir el centre de gravetat molt més baix que el punt de sustentació. Arri-

ben a velocitats de 5 metres per segon, ço que els permet transportar per dia, àdhuc als més llargs, 2.000 persones en cada sentit.

Aquests funiculars, com tots, tenen l'avantatge sobre els ferrocarrils amb tracció per locomotora d'estar pràcticament en servei permanent. Un viatger qui vol veure sortir el sol des del cim de la muntanya és prou per aconseguir que la Companyia li faci un tren a alta hora de la nit i per això no necessita pagar cap taxa extraordinària sinó un petit suplement que compensi el personal de la molèstia de llevar-se.

Les despeses d'explotació, essent, com hem vist, molt reduïdes, és possible aplicar als viatgers una tarifa molt baixa i això, per si sol, ja fa augmentar el nombre de clients que saben que a qualsevol hora i per pocs diners podran fer ús del funicular.

* * *

En resum: sempre que es tracta de fer un ferrocarril que uneixi dues comarques salvant grans desnivells, la solució és el ferrocarril elèctric de simple adherència que pot arribar fins a pendents del 10 per 100. Sempre que es tracta de donar accés a un punt situat a dalt de una muntanya—Santuari, hotel o el que sigui—encara que sigui molt gran la concurrència que hom pugui preveure s'ha de fer un funicular. Si les dificultats del terreny són molt grans, la millor solució és el funicular aeri. La solució amb cremallera es queda sense lloc perquè enclosa entre les altres dues solucions, una per la dreta i l'altra per l'esquerra, li han prés tot l'espai disponible.

S. RUBIÓ I TUDURÍ
Enginyer industrial E. B.