

tengan sitio en el Consejo de Administración y en los Comités de dirección u organismos análogos. Estos administradores del Estado, en número de dos por cada Compañía, serán nombrados por el Consejo de ministros, a propuesta del de Obras públicas y previa conformidad del de Hacienda, y *participarán íntimamente* en los trabajos de dirección y administración de las Compañías y sus filiales, permitiendo de este modo al Poder público ejercer un *control a priori sobre la gestión*." Se ve claramente el propósito perseguido por el ministro de hacer que el Estado intervenga *íntimamente* en la dirección y administración de las Compañías.

A la vista de los hechos someramente expuestos en el presente trabajo se ve claramente que la tendencia general en la política ferroviaria actual se encamina hacia una mayor intervención del Estado, y no hacia la libertad de las Empresas ferroviarias en su gestión. Y como dicha tendencia concuerda con las exigencias derivadas de la misión que en la economía nacional compete al ferrocarril, tratar de contrarrestar o anularla parece tarea de dudoso éxito. Más práctico sería, tal vez, tratar de encauzarla debidamente, para que cumpla sus fines de hacer que el ferrocarril sirva plenamente a las necesidades de la economía nacional.

Juan BARCELO
Ingeniero de Caminos

Funiculares aéreos para el transporte de personas¹

II

Decíamos en el artículo anterior que contra la rotura del cable-vía no hay medio humano que, *a posteriori*, establezca un remedio capaz de evitar sus consecuencias; por consiguiente, la garantía de los viajeros de un funicular aéreo, en cuanto a los accidentes que pueda sufrir el cable-vía, no puede basarse sino en la imposibilidad de rotura de este

vigilancia del mismo, de manera que pueda ser sustituido en momento oportuno.

Los Reglamentos técnicos para la construcción de funiculares que conocemos exigen, no sólo que se hagan pruebas con los materiales que han de cons-

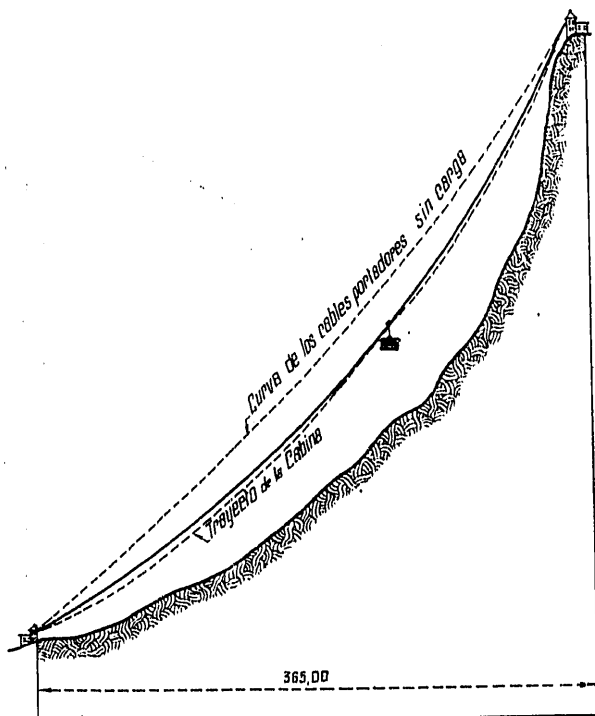


Fig. 1. Funicular de Wetterhorn. Longitud, 365 m. Desnivel, 425 m. Construido por la Société des Usines de L. de Roll

cable, y esta imposibilidad no puede garantizarse sino previo un estudio concienzudo del cable que haya de emplearse y, más absolutamente aún, de la posterior

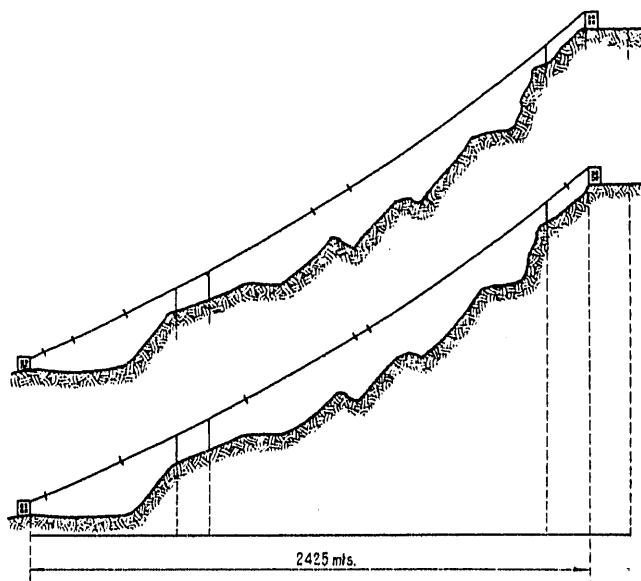


Fig. 2. Posición de los puntos de rotura de los hilos componentes de los cables Norte y Sur del funicular de Meran Hasling. (Catálogo Bleichert)

tituir el cable-vía, sino que dichos ensayos se reiteren con el cable mismo, una vez fabricado; lo que es de mucha importancia, dados, sobre todo, los esfuerzos adicionales que, por razón de la especial constitución de los cables-vías, reciben sus hilos componentes durante la construcción. Dichos Reglamentos ordenan una revisión diaria, por lo menos, del cable-vía, cuya revisión la hacen obreros especialistas desde el techo de las cabinas, y, con objeto de que dicha revisión pueda hacerse con el cuidado necesario, los Reglamentos imponen que la velocidad de la cabina durante la inspección no pase de 0,25 metros por segundo.

Anotada la rotura de uno de los hilos componen-

¹ Véase el número de 1.º de junio de 1933, página 242.

tes del cable, las Compañías explotadoras de funiculares están obligadas a ponerlo en conocimiento de las Inspecciones de Ferrocarriles, con indicación del hilo y punto preciso de rotura, a la vista de cuyos datos se calcula de nuevo el coeficiente de seguridad del cable, quedando las Compañías obligadas a sustituirlo cuando dicho coeficiente resulta inferior al que establecen los Reglamentos.

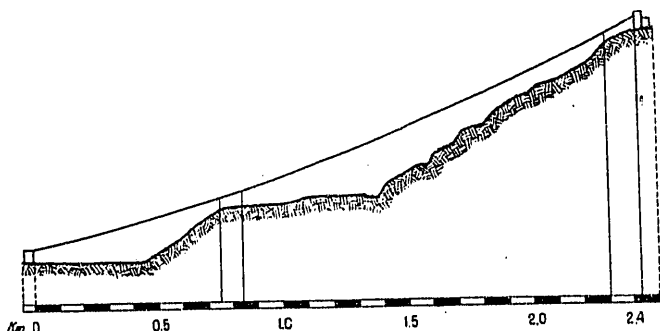


Fig. 3. Funicular de Meran Haflling. Longitud, 2 585 m. Desnivel, 891 m. Construido por Bleichert

De todo ello resulta que técnicamente debe tenderse a aminorar cuanto se pueda el desgaste de los cables-vías. Técnica y económicamente, porque el valor de los cables-vías, en una instalación tipo corriente, viene a ser del 15 al 20 por 100 del valor de la totalidad del material restante.

¿Cómo disminuir el desgaste de los cables-vías, y cómo, por tanto, aumentar su duración? En los primeros funiculares aéreos para el transporte de personas que en Europa se construyeron se creyó resolver el problema aumentando el coeficiente de seguridad del cable, es decir, haciéndolo trabajar (en cuanto a tracción simple) muy por bajo de su carga de rotura. Así, en el funicular aéreo de Wetterhorn el coeficiente de seguridad del cable-vía era de 11, aún mayor del que resultaba en el funicular de Vigiljoch, que era de 10, coeficientes ambos económicamente absurdos. Al construirse más tarde el funicular a l'Aiguille du Midi, en Chamonix, se tuvieron por primera vez en cuenta las ideas expuestas por el ingeniero Woernle sobre la instalación del funicular de Wetterhorn, al tratar de la tensión del cable-vía y del coeficiente de seguridad del mismo, reduciéndose a *cuatro veces y media* un coeficiente de seguridad que hasta entonces se había fijado en más del doble.

Resulta evidentemente que, como los cables que no están fuertemente tensos tienen una gran flecha, al rodar a lo largo del mismo el carro de suspensión de la cabina, lo flexa grandemente, sobre todo en los apoyos de los castilletes. El ingeniero Zuegg hizo experiencias muy interesantes y detenidas en el cable del funicular de Meran Haflling, demostrando que, si en este cable sólo se pudieron señalar cinco

roturas de hilos en cinco años de explotación, era debido precisamente a la gran tensión de trabajo del cable, contrariamente a lo que ocurría en el funicular de Wetterhorn, donde el desgaste inutilizaba el cable rápidamente, consiguiendo que en los Reglamentos alemanes no se exigiera sino un coeficiente de seguridad de *tres y medio*, coeficiente que han adoptado también los italianos.

Naturalmente que lo que resulta es que el aumento de tensión producido por el aumento de peso de los contrapesos es inferior al que en todo caso se produce, como tensión adicional, consecuencia de la flexión, en el caso de cables poco tensos.

Para dar idea de la importancia de estas tensiones vamos a aplicar la fórmula de Umberto Nobile, exigida en el Reglamento italiano para el cálculo de las tensiones adicionales producidas por la flexión, al caso del cable del funicular de l'Aiguille du Midi.

Dicha fórmula es la siguiente:

$$T = C \sqrt{\frac{E}{S \cdot T}}$$

donde

C = Carga por rueda.
 E = Coeficiente de elasticidad.
 T = Tensión máxima del cable.
 S = Sección del cable.

por lo que, sustituyendo los valores numéricos,

$C = 580 \text{ kg.}$
 $E = 22\,000 \text{ kg/mm}^2.$
 $T = 50\,273 \text{ kg.}$
 $S = 1\,830 \text{ mm}^2.$

resulta

$$T = 580 \sqrt{\frac{22\,000}{1\,830 \times 50\,273}} = 9 \text{ kg/mm}^2$$

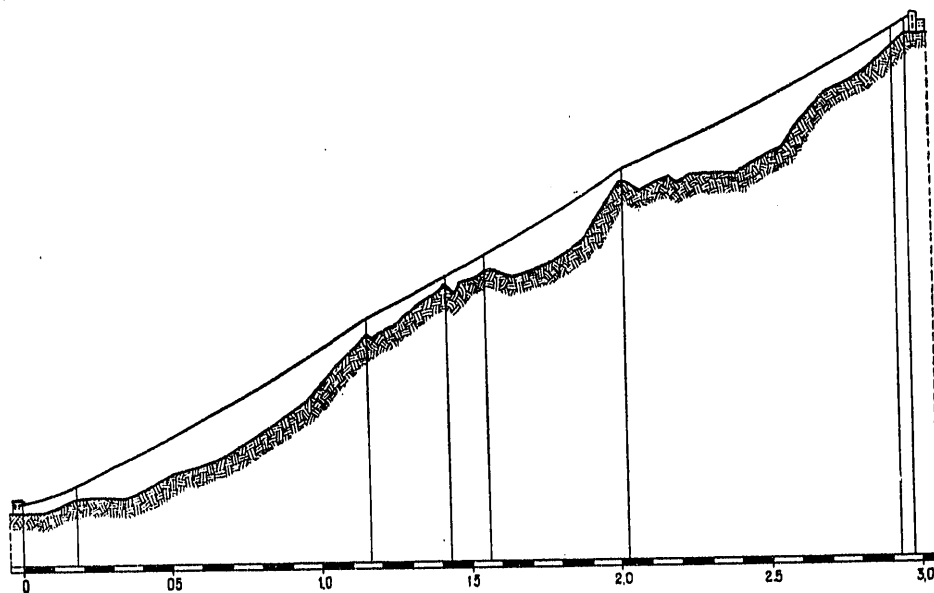


Fig. 4. Funicular del Zugspitz. Longitud, 3 380 m. Desnivel, 1 581 m. Construido por Bleichert

o sea, un esfuerzo total en la sección igual a

$$9 \times 1\,830 = 16\,470 \text{ kg}$$

lo que significa un 32 por 100 de la carga de tracción simple del cable.

La aplicación de la misma fórmula al cable-vía del funicular Tetuán-Monte Gorgues, proyectado por el

que suscribe, y cuya concesión se encuentra en trámites, da los resultados siguientes:

$$T = \sqrt{\frac{22\,000}{1\,460 \times 65\,221}} = 5,74 \text{ kg/mm}^2$$

con un esfuerzo total de 8 387 kgs, representando un 13 por 100 de la carga total.

pero, con respecto a la extensión, flexión y torsión, siempre deben alcanzar una resistencia de 180 kilogramos por milímetro cuadrado"; pero, a medida que se aumenta la resistencia a la rotura de los cables, éstos se hacen más duros y quebradizos, por lo que resisten menos a los esfuerzos de flexión a los que por fuerza hay que someterlos. Los Reglamentos suizos fijan un máximo de resistencia de 165 ki-

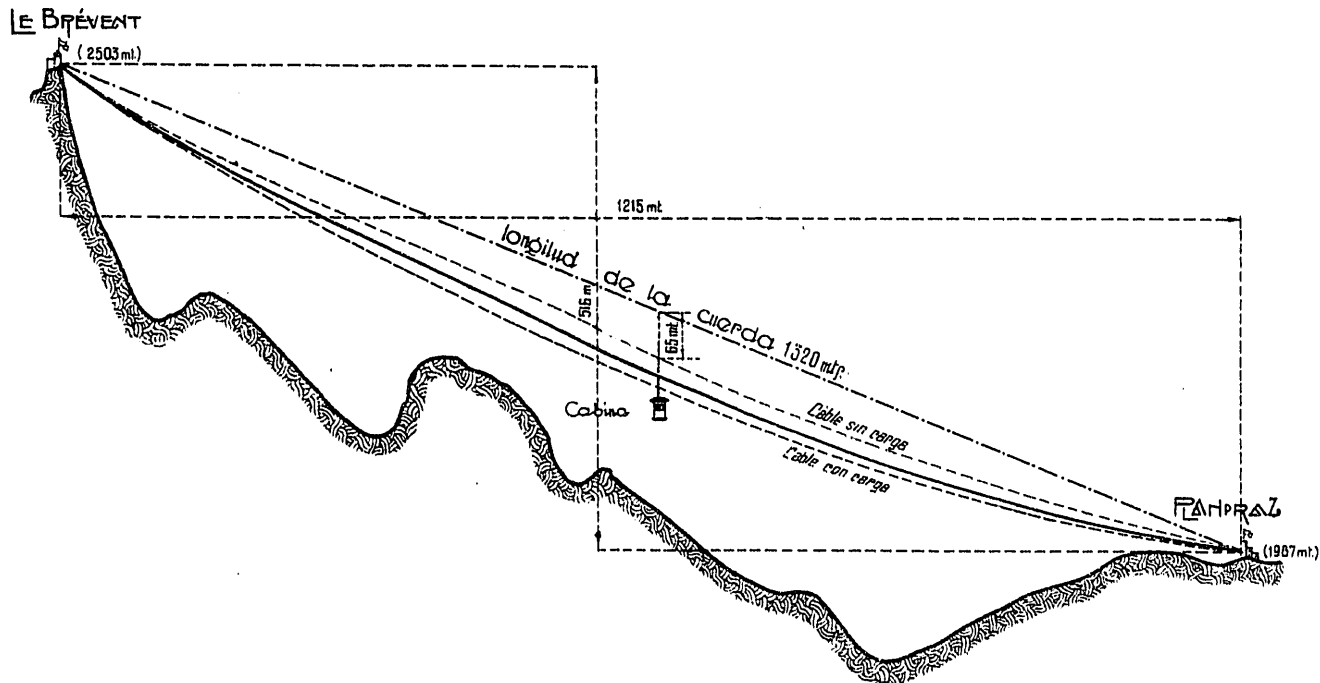


Fig. 5. Funicular de Chamonix-Brévent, sección Planpraz Brévent. Longitud, 1 215 m. Desnivel, 515 m. Construido por MM. Pellerin et Rebuffel, Ingenieros constructores

El aumento debido a la tensión adicional producido por la flexión es muy importante, como se ha visto, y disminuye a medida que aumenta la tensión del cable-vía; por esta razón en el funicular de l'Aiguille du Midi, donde el coeficiente de seguridad es de 4,15, este aumento es del 32 por 100, mientras que en el proyectado para el Monte Gorgues, donde el coeficiente de seguridad es sólo de 3,58, no llega sino al 13 por 100. Debe, pues, comprenderse la importancia de estos esfuerzos en el cable-vía del funicular de Wetterhorn y la necesidad de la frecuente sustitución del mismo, con el consiguiente quebranto financiero.

logramos por milímetro cuadrado, y los italianos la comprenden entre 120 y 180, con un mínimo de 90. En realidad, no se puede reglamentar la resistencia a la rotura que deben tener los cables-vías; ellos son la parte más delicada de un funicular, y como cada uno constituye un caso particular, en el que intervienen factores bien distintos, es claro que las características de los cables-vías deberán ser las que correspondan a las condiciones particulares del trabajo de cada uno.

Pero, en definitiva —porque nos vamos apartando del punto de vista desde el cual enfocamos estos artículos—, la tendencia moderna es la de aumentar

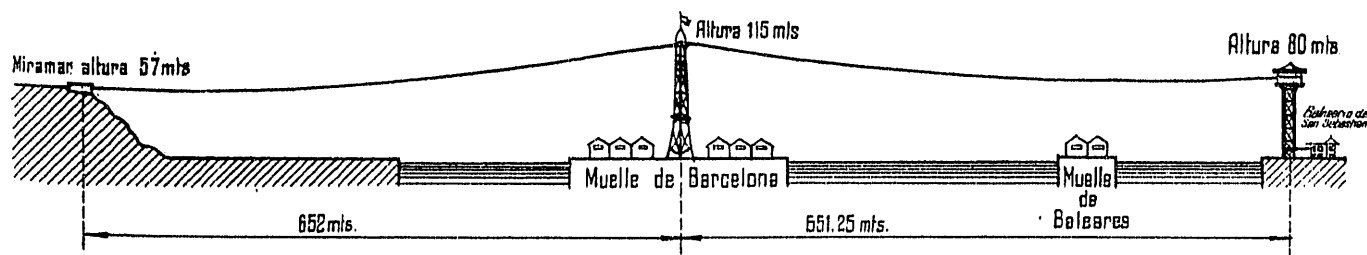


Fig. 6. Transbordador del puerto de Barcelonn. Longitud, 1 303 m. Construido por Bleichert

Los cables sometidos a grandes tensiones deben tener una resistencia a la rotura muy grande y un peso por metro lineal aceptable; por eso algunos Reglamentos, como el bávaro, dicen que "la resistencia a la rotura del material componente de los alambres de los diversos cables puede alcanzar hasta 220 kilogramos por milímetro cuadrado, por término medio;

la resistencia de los cables y disminuir los coeficientes de seguridad con que trabajan. Consecuencia de ello ha sido la posibilidad de salvar grandes vanos, y, con ella, la de construir funiculares que de otro modo hubieran sido de difícil o costosa realización. Los perfiles longitudinales adjuntos informarán al lector del proceso en el tendido de cables

de funiculares para el transporte de personas. Obsérvese que los vanos superiores a un kilómetro han sido sobrepasados largamente.

Los cables casi exclusivamente empleados hoy día

Kreuzeck se sometió un trozo de 8 m de cada uno de los tipos presentados por las diversas Casas constructoras a las mismas condiciones de trabajo en que luego habría de colocarse, haciendo pasar dos millo-

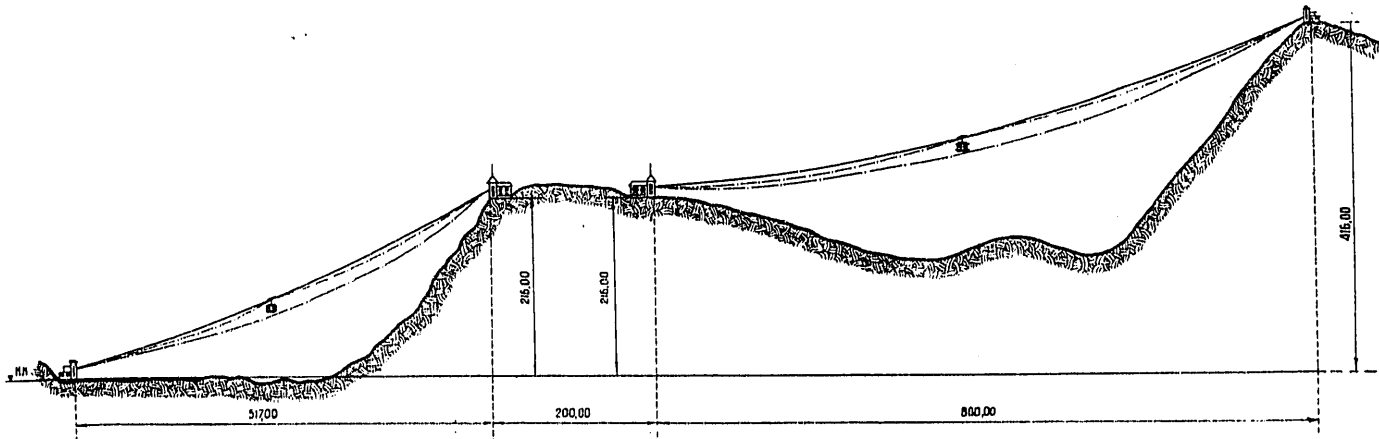


Fig. 7. Funicular de Río Janeiro. Longitud total, 1 517 m. Desnivel total, 416 m, Construido por Pohlig

como cables-vías son los de tipo cerrado e hilos enclavados, como he podido comprobar en la mayoría de funiculares que he visitado; sin embargo, en funicular

nes de veces una rueda cargada con el peso de la cabina. Previamente dos alambres de la envoltura habían sido soldados, resultando después de la prueba que el cable en conjunto se mantenía en buen estado, que sólo se anotaron dos roturas y que las soldaduras estaban intactas.

Para dar una idea de lo que son los cables para

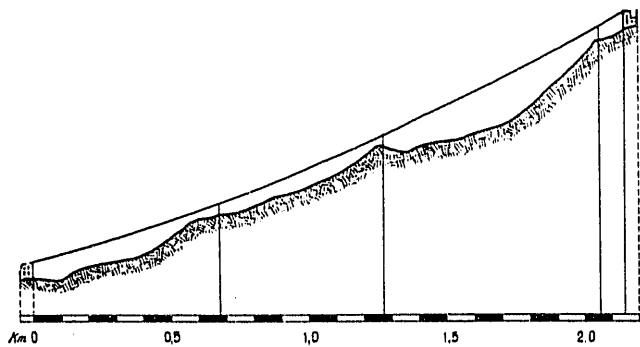


Fig. 8. Funicular de Kreuzeck. Longitud, 2 320 m. Desnivel, 870 m. Construido por Bleichert

tan atrevido como el que alcanza la cumbre del Wettersteni, el cable-vía es del tipo Hércules, helicoidal, pero de alambres redondos. Naturalmente, no se admiten los empalmes en los cables-vías de un funi-

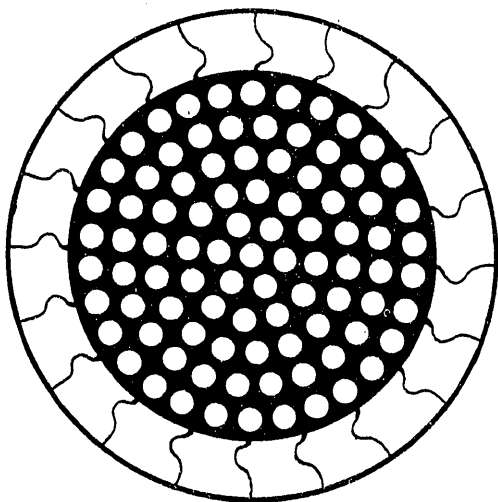


Fig. 9. Sección del cable-vía del funicular de Kreuzeck, fabricado por el procedimiento Kinchell. Diámetro, 45 mm. Sección, 1 240 mm²

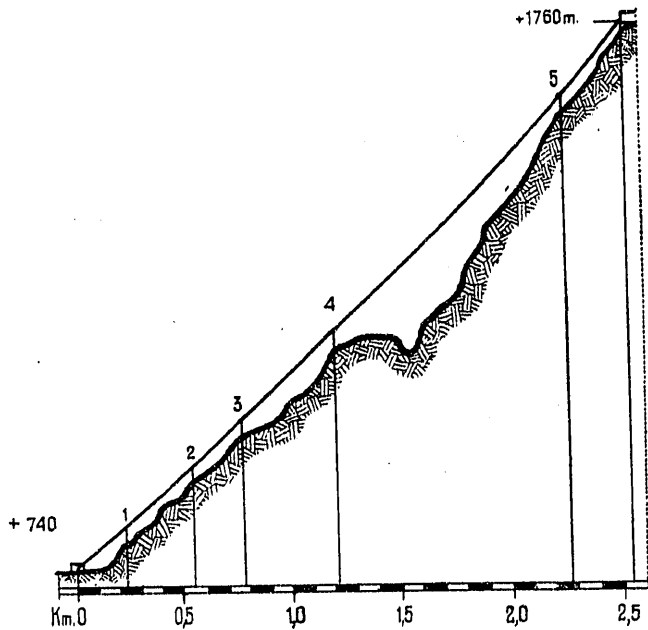


Fig. 10. Funicular de Wank. Longitud, 2 670 m. Desnivel 1 020 m. Construido por Bleichert

funiculares aéreos para el transporte de personas indicamos a continuación las características más importantes de los del funicular de Wank, en Partenkirchen, cuyo perfil longitudinal reproducimos así mismo:

	Cable-vía	Cable tractor
Número de hilos.....	91 de 3,2 mm 24 de 6 mm	102 de 1,5 mm
Peso por metro lineal....	12 kg	1,72 kg
Carga de rotura.....	266 ton	32,2 ton
Diámetro.....	47,5 mm	22,5 mm
Longitud.....	2 785 m	2 730 m
Tipo.....	Cerrado	Helicoidal

lar; pero en las soldaduras puede tenerse absoluta seguridad, como resulta de las experiencias hechas. En las realizadas con el cable-vía del funicular de

Añadiremos que la cabina de este funicular es capaz para 25 personas, y que la carga unitaria de rotura es de 185 kg/m² para el cable-vía y de 180 para el cable tractor.

Con esto terminamos por hoy. En un próximo artículo seguiremos, con el favor de todos, con la descripción de la estructura general de las estaciones y su maquinaria.

José OCHOA Y BENJUMEA
Ingeniero de Caminos

La producción¹

II

Monopolio y libre concurrencia

A.—MONOPOLIO

35. Teoría general.—Se dice que una Empresa disfruta de un *monopolio* cuando, por privilegio especial, abastece al mercado de una mercancía determinada sin competencia posible, ya por ser única en la producción o bien porque una ley así lo dispone.

La resolución del problema, en este caso, es sencilla. Analíticamente bastará con expresar que el beneficio, que, como ya se sabe, es igual a $px - \varphi(x)$.

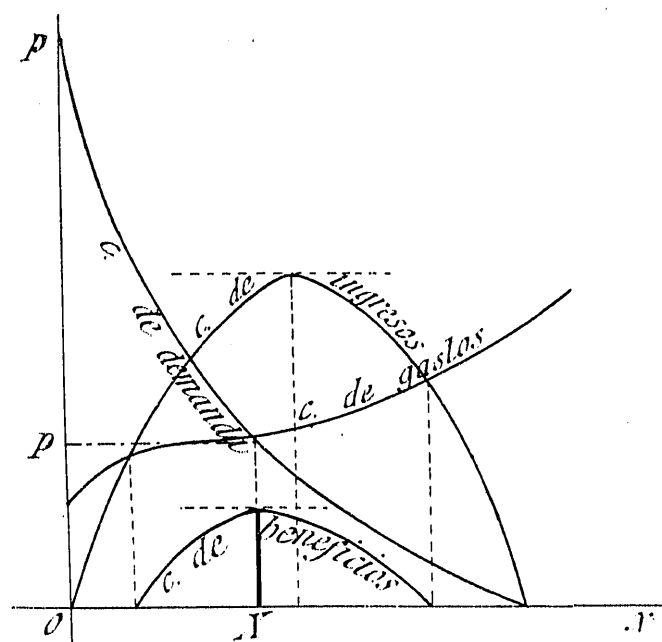


Fig. 21

ha de tener, para la cantidad x de mercancía vendida, un valor máximo, lo cual se expresará igualando a cero su derivada con respecto a x ; esto es:

$$x \frac{dp}{dx} + p - \varphi'(x) = 0$$

que con la ecuación de la demanda

$$p = f(x)$$

se tiene el sistema de dos ecuaciones con las dos incógnitas p y x , que resuelve el problema.

¹ Véase la REVISTA de OBRAS PÚBLICAS del 15 de octubre de 1931, página 421.

Gráficamente puede efectuarse esta resolución siguiendo dos procedimientos:

En un sistema coordinado de ordenadas p y abscisas x , trácese la ley de variación de los ingresos px (figura 21), la cual presentará un máximo entre los puntos extremos de la curva de demanda, en los cuales el ingreso es nulo, y dibújese la curva de gastos $\varphi(x)$.

Estas dos curvas, dadas sus formas especiales, se encuentran en dos puntos en los cuales el beneficio es nulo, y, como éste es positivo, la curva de beneficios pasará una o varias veces por un valor máximo absoluto; este máximo nos dará la cantidad vendida X y el precio de venta P .

También puede resolverse el problema trazando la curva de demanda y la de gastos unitarios $\frac{\varphi(x)}{x}$.

Estas dos curvas se encuentran, por lo menos, en un punto, porque, si así no fuera, esto indicaría que los gastos unitarios serían todos superiores a los precios de venta, y no habría interés en explotar el monopolio. Se construirá la curva de beneficios $(p - u)x$, cuyo máximo o máximos, si los tuviere, resolverá el problema.

Todas estas soluciones son puramente teóricas, pues en ellas interviene como elemento principal el factor psicológico, elemento imponderable reflejado en la curva de demanda. Por eso al monopolista no le es dado efectuar previamente la operación, sino que habrá de proceder por tanteos, partiendo de un precio y viendo cómo varía el consumo y fijándose, finalmente, en aquél que le procure mayor rendimiento.

La cantidad de mercancía que da el máximo de beneficio recibe el nombre de *punto de Cournot*, en honor al ilustre economista y filósofo francés de este nombre, que fué el primero que hizo aplicación de la matemática a los problemas económicos, y entre ellos, principalmente, al del monopolio.

Apliquemos el procedimiento gráfico últimamente explicado al caso particular en que la ley de los gastos viene expresada por una ecuación lineal:

$$G = K + ax$$

Los gastos unitarios son:

$$u = \frac{K}{x} + a$$

ecuación que representa una hipérbola equilátera que tiene por asíntotas el eje de los precios y la paralela al eje de las x a la distancia a del origen. Tracémosla, así como la curva de demanda (fig. 22).

En los puntos A y B el beneficio es nulo; en un