

dad del líquido. Esta modificación, que también hemos empleado, presenta el pequeño inconveniente de no permitir la observación directa del líquido absorbido por los cuerpos de ensayo.

En la fotografía 1 se reproduce el aparato descrito durante las investigaciones efectuadas.

En la fotografía 2 se ven los cuerpos de ensayo, preparados según los tres tipos que ya hemos descrito.

Con objeto de informarnos sobre las condiciones de preparación de los cuerpos de ensayo sobre los cuales íbamos a efectuar las experiencias, cuyos resultados expondremos más adelante, se llevaron a cabo numerosos ensayos preliminares, cuya exposición en este lugar no juzgamos necesaria, pero que nos mostraron la gran dificultad que existe para lograr cuerpos de ensayo iguales, o sea con la misma porosidad, a pesar del gran cuidado que poníamos en su preparación.

Pensando en esta dificultad tratamos de efectuar los estudios referentes a los cambios químicos sobre cuerpos de una gran porosidad, de manera que se pudiese regular exteriormente la velocidad del líquido que filtra por medio de una llave o de un tubo capilar.

Sin embargo, desistimos de esta modificación, en primer lugar, por no alejarnos mucho del proceso tal como se verifica en la realidad, y en segundo lugar, por haber observado que aun cuerpos que en el primer momento daban un litro por hora de agua de filtra-

ción, fácilmente llegaba a disminuir su porosidad más de lo debido. Por otra parte, nos ha parecido de gran

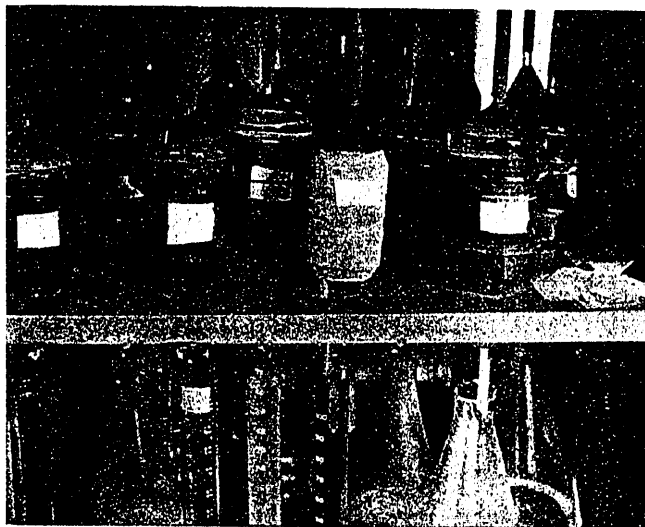


Foto 2.

interés poder observar las relaciones que puedan existir entre las concentraciones y las cantidades de los líquidos filtrados.

Isidro PARGA-PONDAL
y Siegfried BAENTSCH

Funiculares aéreos para el transporte de personas¹

III

En los dos artículos precedentes hemos escrito sobre los principios generales y las modernas tendencias en la instalación de un funicular. Hoy vamos a ocuparnos de los detalles de la construcción de las estaciones, instalación de fuerza, cabinas, castilletes y demás elementos constituyentes de una construcción de esta clase.

La instalación de la estación motriz no es indiferente, y debe ser siempre la superior, y así lo exigen los reglamentos en los países en que éstos se han publicado, que no son muchos; pero, a pesar de ello, esto no es posible, y a veces la estación motriz es la estación intermedia (cuando existe) o la estación inferior, como ocurre en los funiculares del Zugspitz y del Brévent. La razón principal de ello es la imposibilidad de elevar hasta lugares inaccesibles pesada maquinaria, que no es de fácil transporte, a pesar del uso de los funiculares auxiliares que paralelamente a la línea se suelen montar en estos casos para elevar los materiales de construcción. Por lo general, pues, la estación inferior es la más simple desde el punto de vista mecánico, pues, aparte de los pozos para el alojamiento de los contrapesos, ninguna otra instalación se necesita. La profundidad de estos pozos es, naturalmente, función de las oscilaciones de

los contrapesos, cuyo movimiento, hacia abajo o hacia arriba, corresponde en cada momento a una posición determinada de las cabinas a lo largo del trayecto. Esta profundidad suele variar entre los 7 y los 12 m.

La necesidad de guiar en sus movimientos las poleas tensoras de los cables tractores, de las cuales

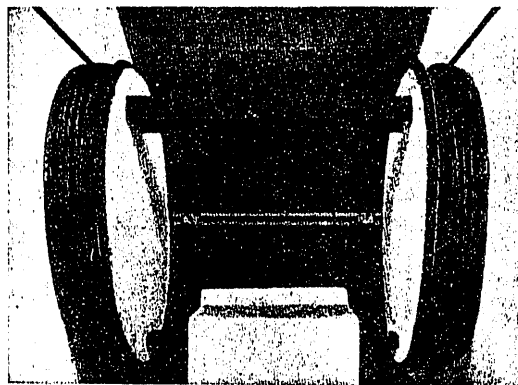


Foto A. Amarrado del cable-vía. Disposición tipo empleada por Bleichert

cuelgan sus correspondientes contrapesos, se aprovecha para marcar en las guideras una escala que permite observar la amplitud de los movimientos de deslizamiento de los cables citados.

En la estación superior se amarran los cables-vías

¹. Véase el número anterior, página 485.

fijamente, siguiendo cada Casa constructora un procedimiento diferente. Es muy notable el que emplea la Casa Bleichert, y que aparece en la fotografía A, según el cual los cables se enrollan en unos tambores de hormigón, dándoseles un número de vueltas tal, que, por virtud del rozamiento, la tensión en el extremo libre quede reducida a una o dos toneladas, lo que permite amarrarlo fácilmente. Las vigas de hierro que se ven en la fotografía tienen por objeto evitar un posible giro de los tambores. Este procedimiento lo ha empleado la citada Casa constructora en la mayoría de los funiculares que ha construido en Austria y Alemania, y lo ha seguido también en España, como puede verse en la fotografía D, correspondiente al funicular sobre el puerto de Barcelona.

Los cables tractores pasan por las gargantas de las poleas motoras, y al objeto de asegurar un mayor rozamiento, dichas gargantas se recubren de cuero.

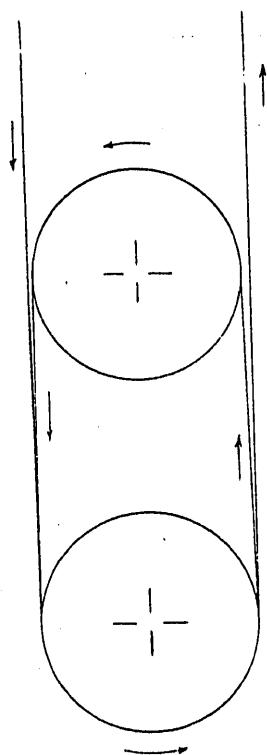


Fig. 2

Polea motora.

Basta, por lo general, esta disposición, sobre todo en los funiculares modernos, donde la tensión de los cables es grande; pero a veces ello no es posible, y entonces se recurre a varias soluciones, algunas muy simples, como la del funicular del Zugspitz, indicada en la figura 2; otras, más complicadas, como la del funicular del Brévét, que muestra la figura 3. En este funicular se accionan las poleas motoras por dos correas mandadas por dos motores, y con el objeto de que los dos motores se repartan la carga por igual, son de corriente continua, con excitación independiente e inducidos en serie. Este sistema, que ya no se emplea, hemos querido mostrarlo para que pueda observarse cuánto se ha adelantado en las instalaciones de tracción y cómo este adelanto es, en gran parte, debido a las mayores tensiones a que los cables se someten. La garganta en que se aloja el cable tractor está comprendida entre las ruedas den-

tadas que transmiten el movimiento. Una de ellas forma cuerpo con la polea, y aunque se trata de una pieza de gran volumen, se ha conseguido fundirlas en un mismo bloque; a esta rueda dentada se acopla el motor principal por el intermedio de un piñón

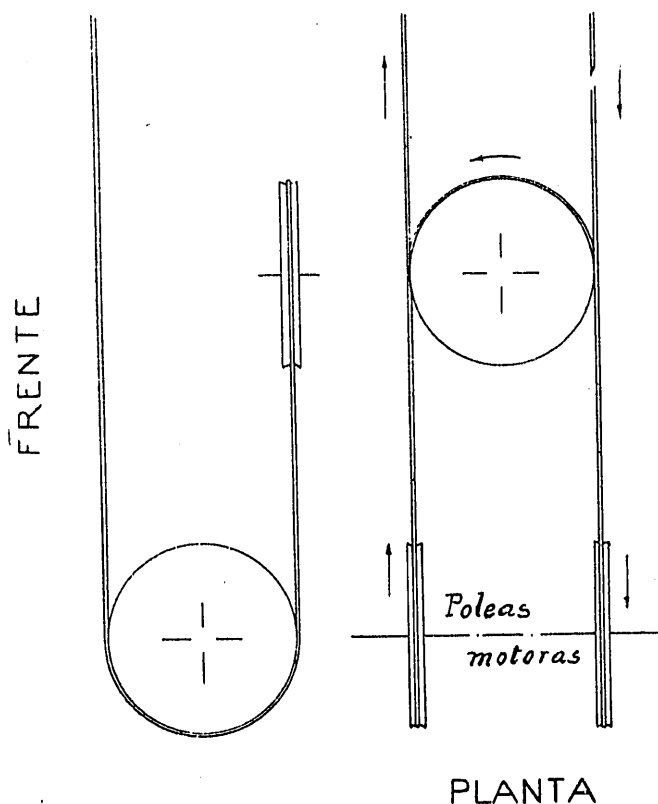


Fig. 3

de ataque y una caja de reducción de velocidades. La corona que transmite el movimiento del motor auxiliar se acopla a la anterior, en caso preciso, por grandes pernos, y recibe igualmente la acción mecá-

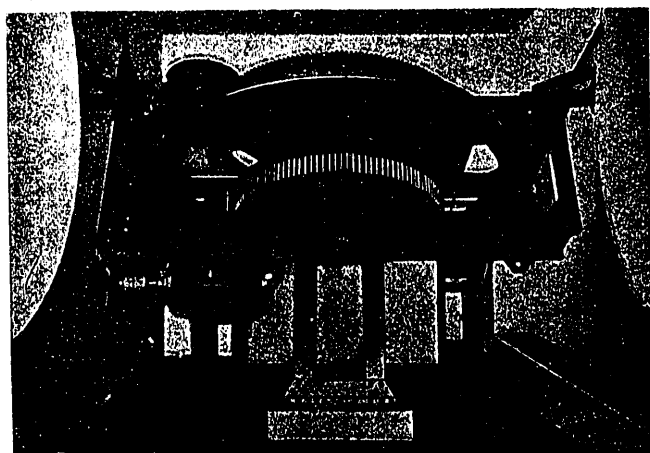


Foto B. Polea motora del funicular de Kreuzeck. Disposición normal de la Casa Bleichert. Vense perfectamente el cable, las coronas de las poleas principal y auxiliar y el dispositivo de ataque de los motores

nica por el intermedio de un piñón y otra caja de reducción de velocidades. La fotografía B muestra cuantos elementos acaban de ser descritos.

Por lo general, los motores principal y auxiliar, o se montan uno encima del otro, como indica la foto-

grafía C, o como puede observarse en la fotografía D; ello depende, naturalmente, de la situación de las poleas motoras, que, en el primer caso, están en un plano vertical, y en el segundo, en un plano horizontal. La primera solución es la más generalizada en los funiculares modernos.

El cable auxiliar no funciona sino en el caso de rotura del cable tractor o de averías en los motores principal y auxiliar que pueden ponerlo en movimiento. Como ya se ha dicho, este cable se halla colocado por encima de la línea; para utilizarlo se hace bajar mediante la supresión de una parte del contrapeso, y para ponerlo en movimiento se cuenta con una instalación idéntica a la descrita para el cable tractor, pero con un solo motor.

La energía eléctrica se produce cuando no la hay y el coste del transporte no es remunerador, lo que es frecuente, dada la situación aislada de la mayoría de los funiculares, o se transforma de la alta a la baja tensión. Los motores suelen ser asíncronos trifásicos. Se suele instalar, además, un grupo de socorro para el caso de falta de corriente; a veces se instala un motor de corriente continua alimentado por una batería, que se carga por un grupo convertidor, como en el funicular de Oropa; otras se emplea un motor de gasolina acoplado a un alternador, como en Barcelona.

Para dar una idea de la potencia precisa para poner en movimiento los funiculares presentamos el siguiente cuadro:

FUNICULARES	Longitud — Metros	Altura — Metros	Velocidad según el cable — M/seg.	Pasajeros por cada cabina	Motores — CV.
Meran.....	2 600	890	3,06	16	50
Zugspitz.....	3 380	1 581	3,06	19	65
Oropa.....	2 400	653	3,06	16	35
Planpraz-Brévent....	1 350	505	3,10	15	80
Mariazell-Bürgeralpe.	1 392	362	3,06	24	65
Rax.....	1 894	1 003	3,50	24	64
Barcelona.....	1 303	58	3,05	35	60

Es muy interesante, finalmente, en la estación superior la instalación de la central de mando. Colocada siempre en el eje de la línea, de manera que pueda verse la mayor parte del recorrido, se instalan en ella los reguladores de mando, el accionamiento de los frenos, los teléfonos a la cabina y a la estación inferior y cuantos aparatos de alarma y avi-

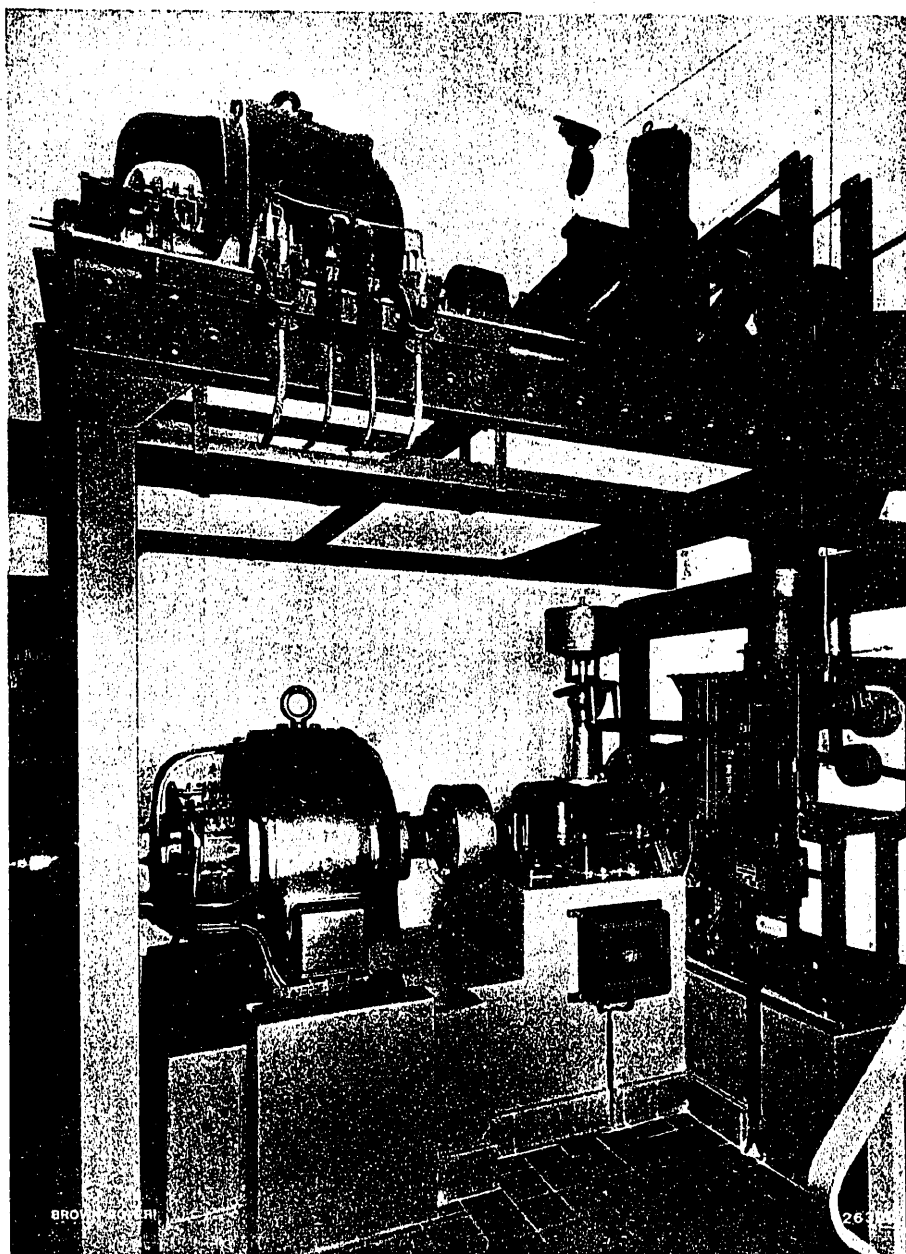


Foto C. Situación de los motores principal y auxiliar de una instalación Brown Boveri en un funicular construido por Bleichert

so contiene la instalación. Sobre un tablero, enfrente del maquinista, se suele colocar un dispositivo que permite seguir, por las posiciones de dos agujas, representando las dos cabinas, las que paralelamente tienen éstas en la línea. Las fotografías E y F muestran las centrales de mando de los funiculares del Zugspitz y Barcelona, respectivamente.

* * *

Cuando la distancia entre las estaciones es mucha, el mecanismo cable-contrapeso no funciona; el principio en que se basan los cálculos no se verifica, y se precisa, por lo tanto, la instalación de una estación intermedia llamada de anclaje y tensión, porque en ella se ancla el trozo de cable inferior y se contrapesa el superior. Resulta, en efecto, que cuando la línea es muy larga, el rozamiento de los cables sobre sus apoyos, en cada uno de los castilletes de que consta la línea, es suficiente a anular la acción del

contrapeso, y en este caso, y para cada trozo, entre dos apoyos sucesivos, nos encontramos en presencia de un cable amarrado en sus dos extremos. Desaparece, pues, el *juego* de las flechas, y el cable sufriría tensiones inadmisibles. Para que este *juego* no desaparezca se precisa acortar el cable, disminuyendo

claje del cable inferior y la acción del contrapeso en el cable superior se efectúan de tal modo, que la línea no tiene ninguna interrupción como tal vía, aunque el cable no sea único. En el primer caso, los cables tractores son independientes; en el segundo, el cable tractor es único.

¿Hasta qué distancia puede emplearse un solo cable-vía? Para un perfil determinado, conociendo la

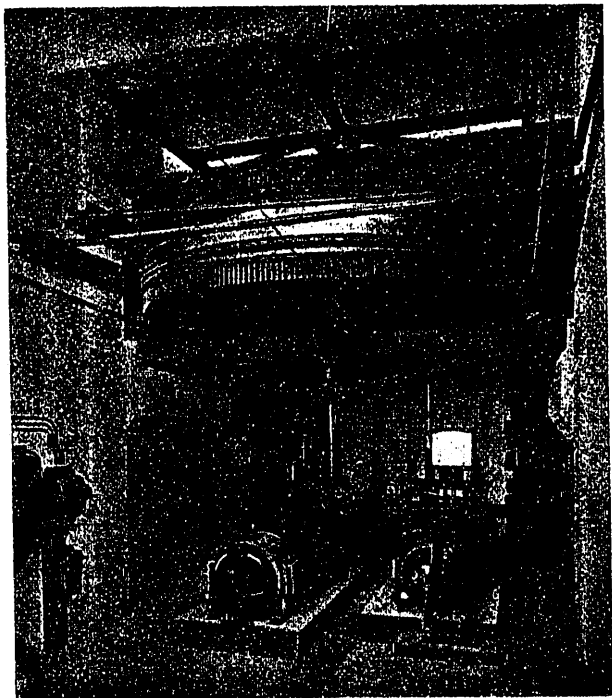


Foto D. Situación de los motores principal y auxiliar del funicular del puerto de Barcelona. Instalación eléctrica A. E. G.

con ello el número de apoyo en cada sección y resolviéndose el problema mediante una estación intermedia.

Se suele aprovechar esta circunstancia para colocar la citada estación en un sitio pintoresco y a veces para construir la segunda sección de la línea con



Foto E. Central de mando del funicular de Zugspitz. Instalación eléctrica Siemens-Schuckert

menos capacidad de transporte. Tal, por ejemplo, el caso del funicular de Hafelecar, en Innsbruck; pero esta disposición tiene el inconveniente que los pasajeros tienen que cambiar de cabina para continuar el viaje. No es precisa la construcción de esta estación intermedia en cuanto al edificio se refiere, pues el an-



Foto F. Central de mando del funicular del puerto de Barcelona. Instalación eléctrica A. E. G.

situación de los castilletes, el peso del cable, el valor del contrapeso, etc., esta distancia puede calcularse fácilmente conociendo la importancia de los rozamientos en los apoyos, a cuyo efecto ya algunos reglamentos, como el alemán, fijan los coeficientes que deben adoptarse. Para un funicular de vano único, es decir, sin apoyos intermedios, el límite de este vano no depende sino de la relación aumento de resistencia, aumento de peso del cable-vía. Como dato in-

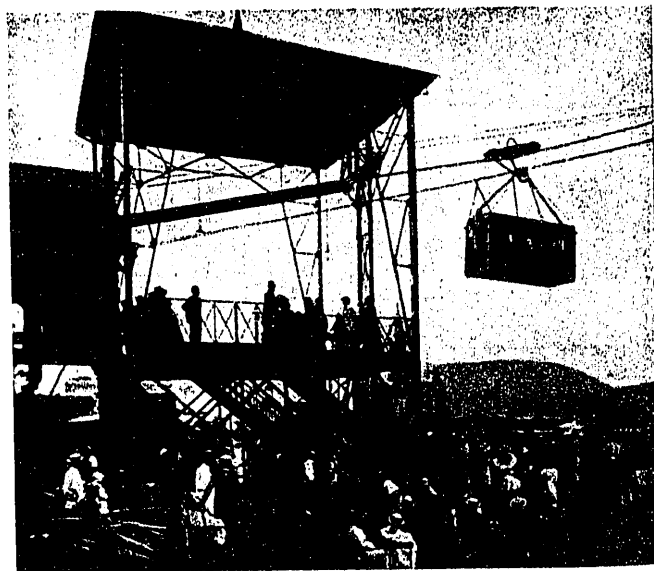


Foto G. Estación inferior del funicular de Río Janelro. Construcción de la casa Pohlitz

formativo, indicaremos que la distancia de 3 500 m es ya excesiva.

* * *

Aparte las instalaciones mecánicas precisas, la habilitación de las estaciones de los funiculares aéreos es muy diversa de unos a otros, observándose en el desarrollo de esta clase de obras que, en un princi-

pio, apenas si se cubrían someramente las instalaciones mecánicas, como puede verse en la fotografía G, correspondiente a la estación inferior del funicular de Río Janeiro, construido por la Casa Pohlig e inaugurado el 19 de enero de 1913. Posteriormente, los edificios destinados a estaciones han llegado a tener el carácter de monumentales.

Influye en la diversidad de la habilitación de las



Foto H. Estación inferior del funicular del Zugspitz

estaciones muy principalmente el clima y la situación del funicular. Algunos apenas si tienen los departamentos indispensables para asegurar el servicio preciso a los viajeros y a los empleados; pero otros tienen por estaciones verdaderos hoteles, como ocurre en el funicular del Zugspitz, cuya estación inferior reproducimos en la fotografía H. Un tipo intermedio de estación inferior, por cierto muy sencillo y decorativo, lo tenemos en el funicular de Wank, según muestra la fotografía K.

Es curioso observar una disposición adoptada muy generalmente en las estaciones inferiores. Al lado del andén, con entrada a éste y acceso por el vestíbulo, se suele situar una sala de espera, en la que sólo tienen entrada los viajeros en número igual a la capacidad de la cabina y por el orden en que han tomado su billete. Todos ellos, una vez en esta sala, saben que tienen plaza en la cabina, y ante esta seguridad, llegado el momento, entran en el andén y toman la cabina con orden y sin apresuramientos, que es lo que con esta disposición se desea, para preservar la



Foto K. Estación inferior del funicular de Wank

cabina y su aparato de suspensión de un trato desfavorable. Así lo he visto en muchos funiculares alemanes y austriacos.

De igual manera que en las estaciones inferiores, en las estaciones superiores son muy diversas las disposiciones adoptadas, y ello por causas análogas. Desde la estación, que es un simple punto de llegada, hasta el hotel *terminus*, de todo hay en los modernos

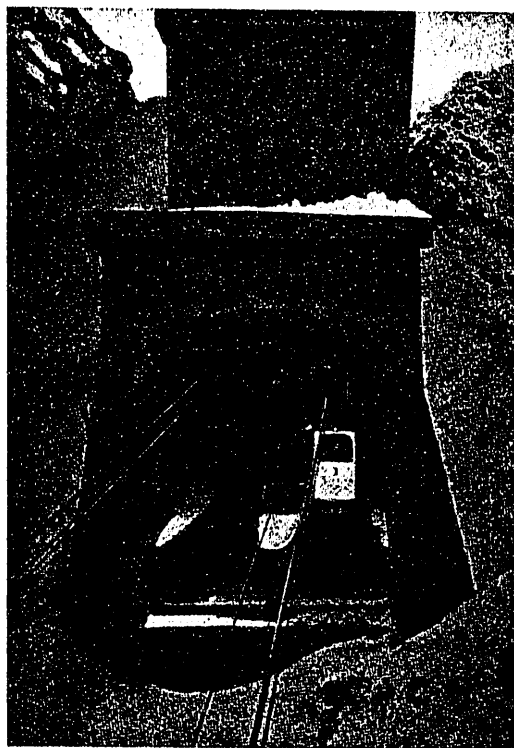


Foto M. Funicular del Zugspitz. Estación superior

funiculares, y aunque con marcada insistencia me refiera una vez más al funicular del Zugspitz, quiero hacer notar que en la estación superior, situada a 2 800 m de altura, existe un restaurante espléndidamente acondicionado, como todos los alemanes, y una serie de habitaciones, en número de 60, que si bien son reducidas, porque a esa altura la construcción no

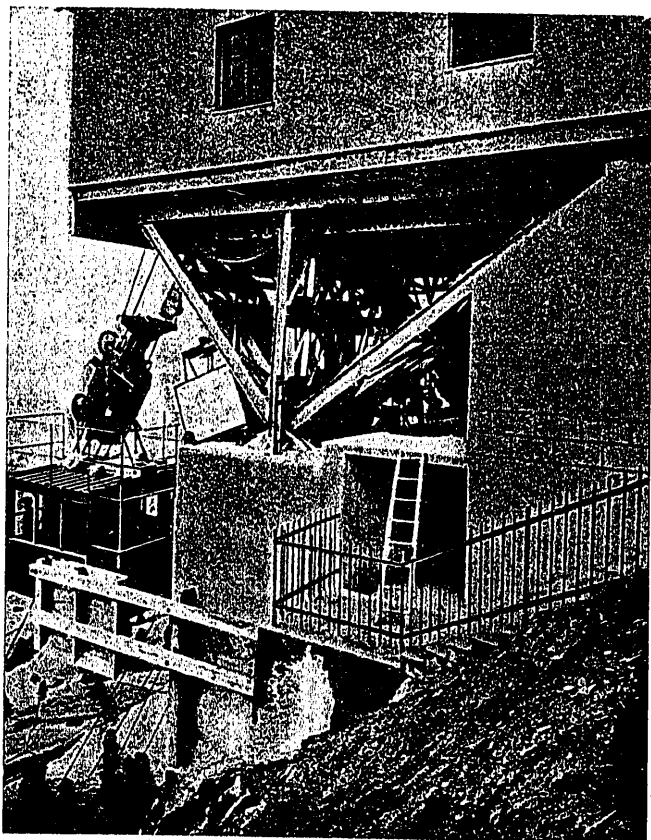


Foto N. Estación superior del funicular del Wetterhorn

es barata, en cambio son verdaderamente lujosas, y algunas incluso tienen sus paredes tapizadas de buena tela. Hay cabinas de preferencia, de primera y de tercera clase, siendo sus precios de 9, 5,30 y 3,50

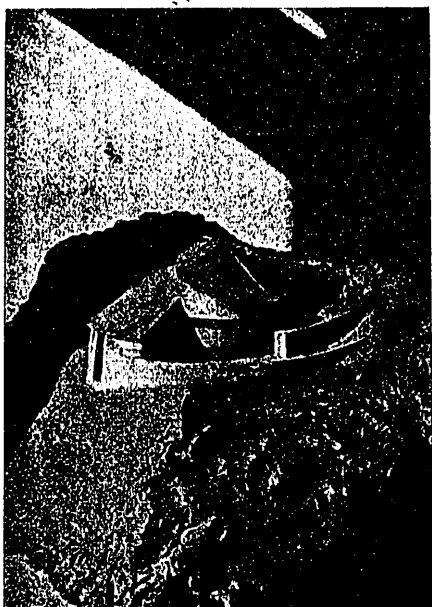


Foto P. Maqueta de la estación superior del funicular de Hafelecar



Foto R. Castillete de hormigón armado en el funicular de Kreuzeck

shillings austríacos; es decir, que la más cara no cuesta arriba de dos duros. Esta estación queda representada en la fotografía M, y aunque arquitectónicamente deja mucho que desear, desde el punto de

de su arquitectura, es la estación superior del funicular de Hafelecar, en Innsbruck (fotografía P), de construcción aerodinámica, o a lo menos con esas pretensiones, y que, con o sin ellas, resulta realmente graciosa.

* * *

No quisiéramos terminar este artículo sin decir dos palabras sobre los castilletes de apoyo y sobre las vagonetas o cabinas, y a ello vamos, aunque apre-

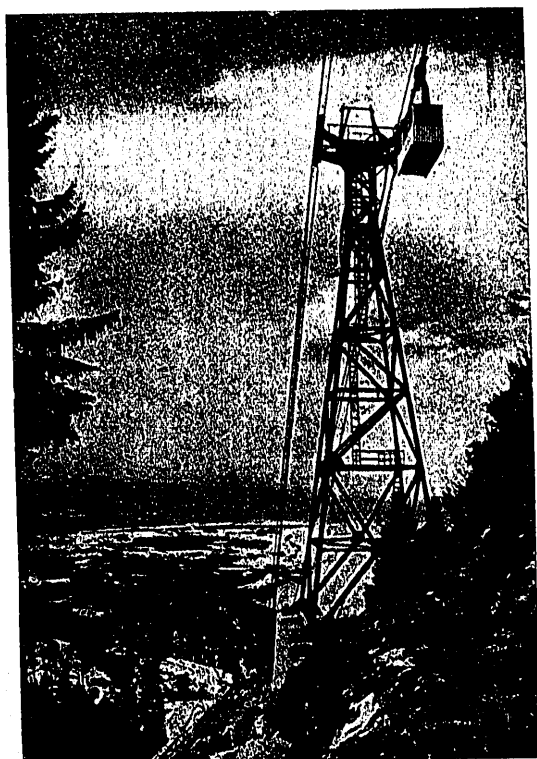


Foto Q. Castillete metálico en el funicular de Pfander

vista utilitario no cabe duda que es muy superior a la del funicular, mucho más antiguo, que se representa en la fotografía N, y es el del Wetterhorn.

Una estación interesante, desde el punto de vista

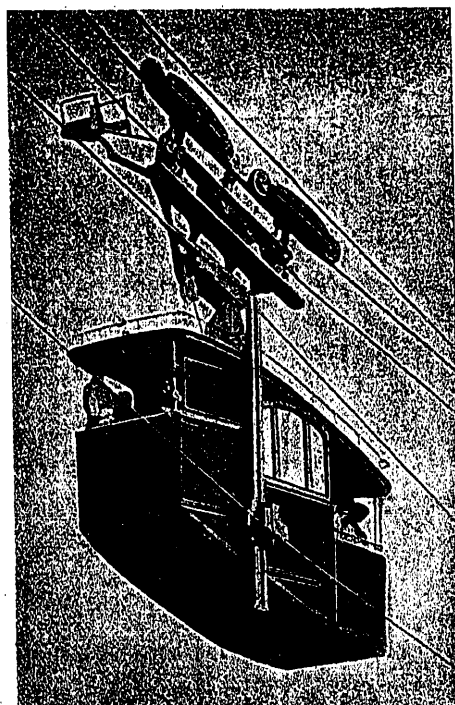


Foto S. Cabina del funicular a la Aiguille du Midi. Constructor, Cerretti & Tanfani

miados por la falta de espacio y con el temor de cansar al lector.

Los castilletes son, por lo general, metálicos, como lo representa la fotografía Q, habiéndose simplifica-

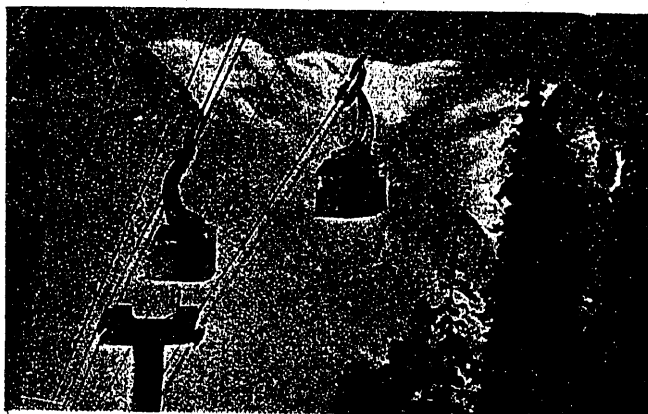


Foto T. Cabinas del funicular Chamonix Planpraz

do enormemente los aparatos de suspensión de los cables, porque, con el tiempo, se han ido también simplificando los carros de suspensión de las cabinas;

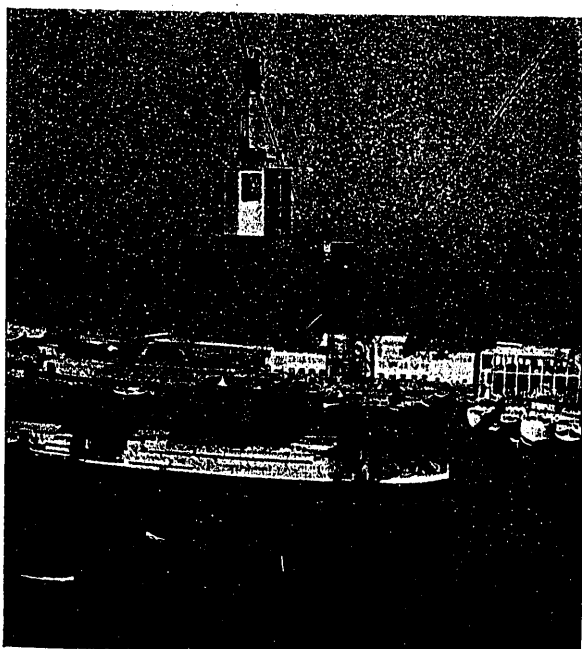


Foto U. Cabina del funicular del puerto de Barcelona

pero también se construyen, como se ve en la fotografía R, en hormigón armado, aunque son mucho menos estéticos.

Las fotografías S, T, U y V van señalando el pro-

ceso de los avances en la construcción de cabinas, caracterizado por la simplificación, ya anotada, de la suspensión y por una mayor comodidad del viajero. Asimismo se deja de construir la cabina tipo vagón, alargada y estrecha, para pasar a una cabina casi redonda, que tiene, sobre la primera, la ventaja de una mayor cabida dentro de un menor perímetro, y que evita la posibilidad de accidentes al paso de los

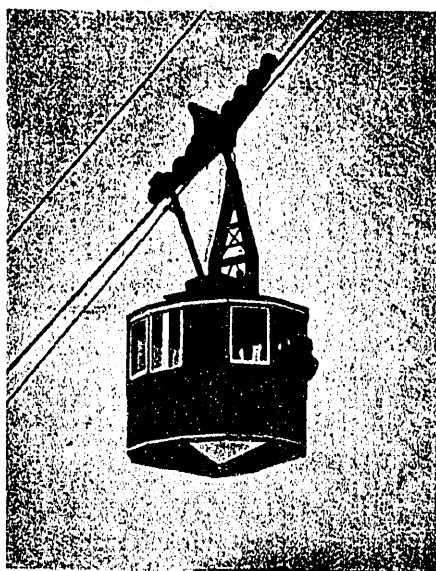


Foto V. Cabina moderna. Construcción Bleichert

castilletes, y la supresión de las guideras, previstas para caso fortuito, que pueden observarse en la fotografía R.

* * *

Con ello terminamos esta rápida revista que hemos pasado a los funiculares aéreos para el transporte de personas, la cual, si bien ha sido más entretenida que lo que pensábamos, no por eso ha dejado de ser mucho más rápida de lo que hubiéramos querido. Para completarla escribiremos un último artículo, en el que trataremos concretamente los siguientes puntos: Rendimiento de un funicular, soluciones que resuelven el problema del escaso rendimiento de los funiculares actuales, coste de los funiculares construídos y, finalmente, datos estadísticos sobre el número de viajeros de los funiculares más notables y tarifas de los mismos.

José OCHOA Y BENJUMEA
Ingeniero de Caminos

Nota.—Las fotografías que ilustran este artículo han sido tomadas de los catálogos de las casas Bleichert y Pohlig, de revistas francesas y alemanas y de las dedicadas a la propaganda por las Compañías explotadoras de funiculares.

Notas para un estudio económico de Canales del Lozoya

En el reglamento para el cumplimiento de la ley de "Canales del Lozoya" se impone al ingeniero-director la obligación de presentar una Memoria anual sobre el estado y progreso de las obras, y también

sobre la salubridad de la población de Madrid, en cuanto se relaciona con las condiciones higiénicas del agua. Este deber ha sido brillantemente cumplido por todos los distinguidos ingenieros que han ocupado