

MADRID, 30 DE NOVIEMBRE DE 1882.

TOMO XXX.

NÚM. 22.

SUMARIO

Proyecto de ferro-carril de fuertes pendientes de la estación de Monistrol, en la línea de Zaragoza á Barcelona, al Monasterio de Monserrat, por D. Joaquín Carrera y Sairol.—Consideraciones sobre el dominio público marítimo, por M. Bechmann.—Parte oficial.—Subastas.—Obras públicas de Ultramar.—Noticias varias.—Personal.

PROYECTO

DE

FERRO-CARRIL DE FUERTES PENDIENTES

DE LA ESTACION DE MONISTROL

EN LA LÍNEA DE ZARAGOZA Á BARCELONA

AL

MONASTERIO DE MONSERRAT

por

D. JOAQUÍN CARRERA Y SAIROL, INGENIERO

Lámina 447.

ARTÍCULO PRIMERO.

CONSIDERACIONES GENERALES PARA SERVIR DE BASE AL PROYECTO DE FERRO-CARRIL DE MONTAÑAS, SISTEMA RIGGENBACH, QUE SE PROPONE.

La diferencia entre los antiguos tiempos y la época actual, no se manifiesta en ninguna parte de la vida pública de una manera tan marcada como en la cuestión de vías de comunicación, que siempre han sido de interés general. Su origen es muy remoto; los datos más antiguos que se conocen, son los restos de caminos carreteros descubiertos por algunos arqueólogos en Egipto, terreno de los Faraones, consiñando que los primeros diques que se construyeron contra las inundaciones del Nilo, servían ya de medios de comunicación.

Los romanos construyeron primeramente sus caminos con grandes sillares; más tarde con bloques más pequeños, y estas construcciones fueron modificándose por diversas naciones, hasta llegar al sistema que se usa actualmente.

No satisfecho el saber humano con poseer

caminos carreteros, pensó más tarde en mejorar estos medios viables, y al efecto, Alemania construyó para la explotación de sus minas, caminos con guías ó vías de madera, que obligaban á las ruedas de los vehículos á seguir una dirección dada, disminuyendo al mismo tiempo los esfuerzos de tracción.

En el siglo XVIII, Inglaterra, imitando el ejemplo de Alemania, sustituyó en 1767 la vía de madera por piezas ó rails de fundición; y de adelante en adelante, después de 30 años de una multitud de ensayos, se construían estas vías con rails de hierro forjado.

De entonces puede decirse data el nombre de caminos de hierro ó ferro-carriles, y la ciencia, amparándose de ellos, introdujo notabilísimos cambios y mejoramientos, los cuales condujeron al invento de las máquinas remolcadoras, que constituyen el sistema de locomoción, que ha dado por resultado unir grandes y distantes poblaciones en la mayor parte del mundo, y ahora en todas las naciones de Europa.

Al principio de los ferro-carriles se suponía que la adherencia debida al peso de la máquina locomotora, no era suficiente para determinar el avance sobre los rails, y por lo tanto, se tropezaba con una gran dificultad, hasta que la experiencia demostró que era imaginaria; pero este error no desapareció sin dejar tras de sí huellas persistentes, porque durante muchos años, se estuvo en la convicción de que las locomotoras no podrían emplearse ventajosamente si tenían que remontar pequeñas rampas, y se consideraban malos trazados los que se presentaban con inclinaciones mayores de 0'004 á 0'005 por metro. Esta convicción no desapareció sino después de mucho tiempo, en que los ingenieros se familiarizaron con el empleo de rampas que traspasasen los límites reputados como inquebrantables, y hoy día las locomotoras á simple adherencia recorren ya inclinaciones tales, que antes sólo se encontraban en los planos inclinados explotados por medio de máquinas fijas; y en las grandes líneas de ferro-carriles, son ya comunes las rampas de 0'015, 0'025 y 0'035 por metro.

En líneas de interés local ó secundarias, se encuentran inclinaciones superiores á las indicadas, pudiéndose citar el ferro-carril de En-

ghein á Montmorency, en Francia, que las tiene de 0^m045.

En América las locomotoras remontan el Montain Trop-Trach, en donde existen de 0^m050.

En el ferro-carril de Travaux-Ponsericour, construido por los ingenieros franceses MM. Molinos y Prounier, las locomotoras salvan una rampa de 0^m075 con una carga de 10 toneladas.

En el de Zurich, á la montaña y punto denominado Vetlibert, que funciona desde el 12 de Mayo de 1875, las locomotoras á simple adherencia, construidas por Mr. Krauss, de Munich, recorren con 4 coches y 40 pasajeros en cada uno de éstos, una rampa de 0^m070 en longitud de 809^m14, encontrándose en ella curvas de 200, 150 y 135 metros de radio.

En pasando de estas inclinaciones, la teoría y la experiencia han demostrado hasta el presente, que las locomotoras á simple adherencia, no pueden salvar útilmente mayores inclinaciones que las expresadas, y aún así, su empleo no es conveniente sino en caminos especiales, que tengan rampas de corta extension, las cargas sean reducidas y las demás condiciones de explotacion particularmente favorables.

Modificando las condiciones de adherencia, es como se ha podido remontar inclinaciones mayores de 0^m080, habiéndose construido al efecto locomotoras y vías especiales; por ejemplo, el camino de hierro de sistema Larsmanjat, entre Ranc y Montfermeil en Francia, y el de Tell en el Monte Cenís; pero es preciso consignar que estos ejemplos no son bastante instructivos, como lo prueba el que no se hayan ejecutado hasta ahora otras líneas por medio de este sistema; en Italia, el ingeniero Agudio inventó y ensayó en aquel país un sistema de vía y una locomotora especial que, por el principio en que está basado, puede dársele el nombre de sistema mixto, en razon de que es una combinacion del sistema fonicular de cable y de locomotora; pero presenta tantos inconvenientes, que aún no ha recibido la sancion de una aplicacion práctica.

Varios ingenieros, y de distintas naciones, han estudiado los medios para establecer los caminos de hierro de grandes rampas, que hoy se conocen bajo el nombre de ferro-carriles de montaña; y al objeto se consigna que ya en el año 1811, Mr. Bleukinsop, ingeniero norte-americano, obtuvo en aquella nacion un privilegio para un ensayo que hizo de un sistema de vía con un rail central ó cremallera, y una locomotora especial con rueda dentada.

En 1852 Mr. Baldwin, ingeniero de Filadel-

fia, construyó una locomotora para vía ó cremallera, con rueda dentada y caldera vertical oscilante, aplicándola á una rampa de 0^m060 en la línea de Medison á Judianopolis; pero en 1868 fué sustituida por una locomotora-ténder á simple adherencia de un peso excepcional. En 1857 Mr. S^r. Marsh, de Chicago, Estados-Unidos, propuso un sistema análogo para la construcion de una pequeña línea de 4.800 metros en el Monte Washington, la que fué construida y abierta la explotacion á últimos del año 1869; la rampa media de dicha línea es de 0^m240 por metro; la máquina con su rueda dentada, caldera vertical oscilante, pesaba 7.00 toneladas y empujaba delante un vagon con 4.00 toneladas de carga; pero hoy dia este camino se explota con una máquina de 14.00 toneladas y un coche con 80 pasajeros, que suben á la cumbre de dicho monte.

En Europa este sistema era poco conocido, y no hace mucho tiempo que aún se consideraba como una excentricidad americana, y por lo tanto, no se le daba ninguna clase de importancia, hasta que Mr. Nicolás Rigggenbach, ingeniero suizo, despues de una série de asiduos trabajos y estudios, logró perfeccionar este sistema y lo planteó en su país natal, la hermosa nacion Suiza.

Esta nacion, que bajo el punto de vista de vías de comunicacion, ofrece una imagen marcadísima; aquel país, que puede compararse y competir con las naciones más adelantadas, es el que ha dado el ejemplo práctico en Europa de construir los verdaderos ferro-carriles de montaña, rail central ó cremallera, conduciendo sus locomotoras á puntos que se tenían por inaccesibles. Este hecho es de un mérito tanto más notable, cuanto la naturaleza y la topografía de aquel país se prestan muy poco al establecimiento de esta clase de medios de comunicacion, y por esta razon, los obstáculos que al principio tuvieron que vencerse fueron muchos y de difícil solucion; pero gracias al talento y perseverancia de este distinguido ingeniero, las elevadas cúspides de las montañas de aquella nacion se han hecho accesibles con toda seguridad al crecido número de pasajeros que visitan aquel hermoso país.

Mr. N. Rigggenbach, ex-ingeniero jefe del material y traccion del ferro-carril Central Suizo durante 21 años, y siendo jefe de explotacion de la línea férrea de Bale á Olten, ya estaba estudiando este sistema, y en 1862 obtuvo del Gobierno de aquella nacion el privilegio de dicho sistema. Durante mucho tiempo se en-

contró imposibilitado de poner en práctica su invento, hasta que sus amigos de la ciudad de Bale y otras personas se resolvieron á ayudarle procurándole los medios de construir los ferro-carriles de esta clase, dando el resultado práctico de haber construido las 8 líneas que hoy están en explotacion, las cuales demuestran de una manera palpable la superioridad del sistema sobre todos los demás que se han inventado para establecer los ferro-carriles de montaña ó de fuertes rampas, porque además de la seguridad que ofrecen en su marcha, reúnen la condicion de acortar en gran manera la longitud y la de una fácil explotacion.

Las referidas 8 líneas á que nos referimos, construidas por el sistema Rigggenbach de cremallera y locomotora con rueda dentada, son las que á continuacion se expresan:

1.ª El ferro-carril de Vitznau á Righi Kulm ó cúspide del monte Righi á las inmediaciones del lago de Lucerna, la cual está á 1.860 metros sobre el nivel del mar y su longitud es de 7 kilómetros con pendientes de 25 por 100, curvas de 180 metros de radio y explotado desde 1871.

2.ª El ferro-carril que sirve á las grandes canteras de Ostermündingen (cerca de Berna), con pendientes de 10 por 100 en explotacion desde 1871.

3.ª Idem de Viena (Austria), á la altura del kahlenberg, con rampas de 10 por 100, en explotacion desde 1873.

4.ª Idem de Buda-Pest (Hungria), á la altura de Schvaberg, con rampas de 10 por 100 y explotado desde 1873.

5.ª Idem de Arth, cerca del lago de Zug; á la cumbre de la montaña Righi, que se une con el de igual sistema de Vitznau á Righi-kulm, de longitud de 11 kilómetros, con rampas de 20 por 100, curvas de 180 metros de radio y cuya línea funciona desde 1874.

6.ª Idem desde Roschach, á la proximidad del lago de Constance en Suiza, á Keiden, con rampas de 9 por 100, en explotacion desde 1876.

7.ª Idem el de los talleres nacionales de Vaiserafluigeu á las minas de idem, Ducado Wutemberg, con rampas de 8 por 100, inaugurado y en explotacion desde 1876.

8.ª Idem el del gran establecimiento industrial de Mr. Gaspar Honmeyerger á la estacion de Rutti, canton de Zurich, para el transporte de materiales y de los productos de su fábrica, con rampas de 10 por 100, explotado desde el año 1877.

Para dar una idea de las condiciones de estas ocho líneas, únicas construidas por este sistema

en Europa, acompañamos los perfiles longitudinales de las mismas, con los cuales hemos creído no será de más para su mejor conocimiento el acompañarlos en este lugar; concretándonos, para no ser difusos, á describir únicamente las dos que existen en el Righi: la primera, que arranca de Vitznau, y la otra, que parte de Arth, por ser estas dos líneas las que nos han servido de norma para el proyecto que nos ocupa desde la estacion de Monistrol, en la vía férrea de Zaragoza, Pamplona y Barcelona al Monasterio de Monserrat.

EL RIGHI Y SUS FERRO-CARRILES

El Righi lo forman un grupo de montañas escarpadas que están rodeadas casi en su totalidad por tres lagos: el de los Cuatro Cantones ó de Lucerna, el de Zug y el de Lowers. Su cúspide ó parte más elevada Righi-Kulm, está á 1.800 metros sobre el nivel del mar y á 1.361 metros sobre el lago de los Cuatro Cantones. Está poblado por 13 pueblos, unos 200 caseríos, tres conventos y varias capillas. La base de este grupo tiene unos 58 kilómetros de circunferencia, y desde su cúspide se descubren los Alpes en toda su extension y un magnífico punto de vista, que se extiende á más de 50 leguas á su alrededor. Por su magnífica situacion, vegetacion y otras circunstancias, descuella entre las montañas más admirables, y es visitado todos los veranos por multitud de viajeros y turistas. En 1870 se calculó que el Righi era visitado anualmente por unas 40.000 personas que lo remontaban á pié, en mulos ó en sillas de mano; y todos los equipajes, los víveres y materiales de construccion, etc., se subían sin excepcion en hombros por personas dedicadas á estos trabajos. El aumento de visitantes al Righi, despues de la construccion de los ferro-carriles de Vitznau y de Arth, que lo remontan hasta su punto más elevado, está demostrado por los cuadros de explotacion pertenecientes á los años 1875 y 1876, que arrojan un promedio anual de 84.000 viajeros y más de 800 toneladas de equipajes y mercancías, debiendo advertirse que estas dos líneas no prestan servicio más que desde 1.º de Junio á últimos de Setiembre, en razon á que el resto del año la nieve cubre la vía.

El precio de pasaje por persona á la subida por la línea de Vitznau, es el de 7 francos, el de bajada 3,5 francos y por la línea de Arth ocho francos y 4 idem.

LÍNEA DE VITZNAU Á RIGHI-KULM.

Este ferro-carril parte de la población de Vitznau á algunos metros del punto en que desembarcan los vapores que hacen el servicio desde la ciudad de Lucerna, atravesando el lago de los Cuatro Cantones. El trazado atraviesa dicha población y sigue serpenteando y elevándose constantemente por las laderas de la montaña, pasando por los caseríos de Freiberg, Kaltbad, Staffel y continúa hasta llegar á Kulm, ó sea la cúspide del Monte Righi, en donde están situados los grandes hoteles, en que se llegan á hospedar confortablemente 2.000 viajeros.

La longitud total de este camino es de 6970^m00; las alineaciones rectas suman 4250^m00 y las curvas 2720^m00 con radios generalmente de 180^m00.

El trazado vertical, desde su origen hasta el fin, lo constituye una serie interrumpida de rasantes en rampa, y en cada extremo de línea una horizontal de 40^m00. La diferencia del nivel entre los puntos extremos es de 1311^m00; la rampa media de 18'80 por 100, y la máxima de 25 idem.

Desde Vitznau á Staffel, las obras de explanación son de mucha consideración, pues la línea va atravesando las estribaciones que por esta parte de la montaña se precipitan con grandes inclinaciones al lago de los Cuatro Cantones, obligando á grandes desmontes, elevados terraplenes, á un túnel sin revestir de 86^m00 de longitud y á un gran número de muros de sostenimiento.

De Staffel á Kulm, donde termina la línea, y cuya distancia es de un kilómetro aproximadamente, el camino no ofreció ninguna dificultad, puesto que sigue insensiblemente las inflexiones del terreno.

En obras de fábrica no tienen nada remarcable, á no ser un puente viaducto metálico de tres tramos de 25^m50 de luz cada uno, sostenidos por dos pilas de hierro que tienen 23^m00 de elevación. Este puente se halla emplazado sobre el torrente Schmurtofel, y lo consignamos únicamente porque reúne las circunstancias especiales de estar construido en una curva de 180^m00 de radio, y además en una rasante en rampa de 25 por 100.

En esta línea se encuentran cinco estaciones, dos de ellas extremas, y las tres restantes intermedias, que sirven á los pequeños caseríos de Freiberg, Kaltbad y Staffel.

Este ferro-carril está construido para una vía única, tanto en la parte correspondiente á la

explanación como en la de obras de fábrica; pero tiene un apartadero donde se cruzan los trenes.

Los terraplenes tienen entre sus aristas 4^m80 de ancho, los desmontes 6^m00 comprendidas las cunetas. La luz ó amplitud inferior del túnel en la rasante es de 4^m00; el diámetro en la parte semicircular tiene 4^m80, y la altura total de dicho túnel 6^m00.

El ancho de la vía, á pesar de que según Riggbach, podía haberse reducido á 1^m00, tiene 1^m435 entre las aristas interiores de los rails.

Constituye la vía á Cremallera: 1.º Las traviesas de 2^m40 de longitud, colocadas á la distancia de 0^m75 entre sus ejes. 2.º A 23 centímetros de los extremos de las traviesas, corre un larguero de madera sólidamente fijado en las mismas por medio de tirafondos, á fin de que con ellas se forme un emparrillado completo. 3.º Los rails del sistema Vignoles, de peso 16'50 kilogramos el metro lineal, están colocados, como de ordinario, con sus planchas de union, etcétera, y por último, la cremallera, situada entre los rails, siguiendo el eje de la vía y fuertemente asegurada á las traviesas.

Los cambios de vía se efectúan con un trozo de vía móvil, á semejanza de las placas giratorias, ó bien con traveser ó carros transversales, formados de dos hileras de rails y una porción de cremallera de una longitud conveniente; hay dos aparatos de esta clase, uno colocado en la estación de Vitznau y el otro en la de Freiberg, en cuyo punto hay la toma de agua para la alimentación de las máquinas, y dos edificios destinados á depositar las locomotoras, coches y vagones durante el invierno, en que la línea no funciona.

El material móvil de esta línea consta de 10 locomotoras, 10 coches de 54 asientos cada uno, 5 idem de 30 y 2 vagones para mercancías y equipajes. Las máquinas pesan 12,5 toneladas, potencia efectiva 160 caballos, y velocidad en las mayores rampas 6,4 kilómetros.

Además, para evitar los descarrilamientos ó que la rueda dentada salga de la cremallera por una causa accidental cualquiera, va colocado un fuerte aparato en la parte de delante y otro en la parte de atrás de la máquina, compuesto de piezas de hierro angulares en su parte inferior, que abrazan los rebordes de la cremallera, dejando solamente un reducido espacio libre para el movimiento horizontal y vertical.

Los coches y vagones, además de las cuatro ruedas ordinarias de soporte, llevan su correspondiente rueda dentada de acero, que engrana con la cremallera, y en cada uno de ellos un po-

deroso freno que por sí solo para inmediatamente su marcha en las grandes pendientes.

Para la explotación de esta línea, cada tren se compone de la locomotora, un coche de 54 asientos y además otro de 30, ó bien en lugar de este último un vagón plataforma para mercancías, y en cada uno de estos vehículos un empleado guarda-freno.

Los trenes se suceden unos tras otros, á intervalos que varían según la afluencia de pasajeros, cruzándose en Freiberg, en donde existe la vía de apartadero.

A la subida, la máquina va colocada á la cola del tren y en su marcha es empujando. A la bajada se efectúa lo contrario; la locomotora va delante, y por consiguiente, reteniendo el empuje de los coches; de manera que, en llegando el tren al punto de su término, no hay necesidad de descomponerlo para emprender de nuevo la marcha descendente.

El tren no lleva enganche alguno. Los coches pesan ó se apoyan en la máquina, resultando de esta disposición una dependencia completa entre la máquina y los coches, puesto que los guarda-frenos son dueños absolutos de pararlos en caso necesario sin necesidad de acudir al auxilio del maquinista ó conductor de la locomotora, cuya independencia especial, en las fuertes pendientes, es una garantía de seguridad de las más importantes. La velocidad, tanto á la subida como á la bajada, es la misma; es muy moderada, pues solamente marcha á 8 kilómetros por hora, lo cual facilita á los viajeros el tiempo suficiente para disfrutar de los magníficos puntos de vista que ofrece el camino.

Para aumentar, disminuir ó parar la marcha de los trenes, se dispone de cuatro medios, independientes unos de otros; los frenos de los coches, los dos frenos á mano de la máquina y el freno de aire comprimido en los cilindros de la misma, que es el regulador potente en la bajada. En pocas palabras debemos manifestar, *que la seguridad es completa*, como lo demuestra el no haber ocurrido ningún percance desgraciado durante los 8 años que cuenta de explotación esta línea.

LÍNEA DE ARTH Á RIGHI-KULM.

Apenas quedaba terminado el ferro-carril de Vitznau, que acabamos de describir, cuando se formó otra sociedad para la construcción de otra línea en competencia con aquella y de igual sistema, desde la población de Arth á la misma cúspide de Righi-Kulm. Como fácilmente puede

comprenderse, produjo las discusiones naturales en semejante caso; no obstante, después de las cortas tramitaciones establecidas en aquella nación, se vino á un acuerdo entre ambas sociedades, combinando en que la nueva línea empalmaría con la primera en Staffel, y una vía única y común llegaría á Kulm, siendo los ingenieros Mr. Riggensbach y Mr. Zschokke los directores y constructores de esta segunda línea que vamos á describir.

La población de Arth cuenta 2.447 vecinos; está situada al extremo Sur del lago de Zurg, y será el punto de confluencia de los tres caminos de hierro siguientes: el de San Gothard, el de Arth á Zurg y el de Arth á Lucerna.

El ferro-carril de Arth, parte de la población de este nombre, extendiéndose por su valle hasta el pueblo de Oberarth, en cuyo punto empieza á atravesar el terreno de los desprendimientos ocurridos en épocas muy remotas en Goldeau, base accidental de la montaña y al pie de la denominada Righi Scheidegg. De Goldeau, la línea sigue elevándose por grados, pasando por encima de los grandes bancales de rocas que se extienden á lo largo de la vertiente derecha del Aabach, sigue por Kraebel, el pequeño convento de Kloesterli; el lugar de Fruttli y se llega á Staffel, desde donde continúa remontándose hasta Righi-Kulm.

La longitud total de esta línea es de 11'172 kilómetros.

La parte comprendida entre Arth y Oberarth, cuya distancia es de 1.395^m00; el terreno es poco accidentado, y por esta razón, la vía es la empleada en los ferro-carriles ordinarios; no tiene rail central ó cremallera, y es explotada por una locomotora de simple adherencia, que arrastra todos los coches formando un solo tren.

En Oberarth es donde empieza la vía con rail central ó cremallera y concluye en la cúspide del Righi, midiendo una longitud de 9.777 kilómetros.

Las alineaciones curvas son en gran número, conforme puede verse en el perfil longitudinal correspondiente de esta línea, y las dimensiones de sus radios varían entre 400 y 180 metros, siendo este último el que más predomina.

La estación de Arth está situada á 420^m00 metros sobre el nivel del mar; la de Righi-Kulm á 1750,0 metros, de los cuales corresponden 27^m00 metros á la diferencia de altura de la parte de línea ordinaria, ó sea de Arth á Oberarth, y los demás 1.303'09 metros á la restante con cremallera y salvadas por las locomotoras con rueda dentada.

La rampa máxima en el trozo de línea de Arth á Oberarth, es de.	2'30 por 100.
La idem entre las estaciones de Oberarth y Goldeau.	7'50 por 100.
Entre Goldeau y Kraebel.	17'10 por 100.
Idem Kraebel y Frusttli.	21'00 por 100.
Idem Frusttli y Kloesterli.	14'10 por 100.
Idem Kloesterli y Staffel.	19'30 por 100.
Y por último, entre Staffel y Reighi-Kulm.	20'00 por 100.

Resulta, pues, que la rampa máxima de esta línea es de 21'00 por 100, y la rampa media en el trayecto de vía ó cremallera 13'30 por idem.

La explanación de este camino resultó de mucho mayor coste que la de la línea de Vitznau. Hay tres túneles sin revestir; el de Mühlefluh, de 40^m00 de longitud, el de Rotheufloch, de 63^m00, y el de Pledernvald, de 41^m00.

Hay bastante número de pequeñas obras de fábrica, siendo las de más importancia siete puentes de hierro; tres de ellos están emplazados sobre el río Aabach, de 13^m20 de claro cada uno: otro sobre el camino de Schuyz, de 10^m50 de luz, y los tres restantes en los torrentes Foothenfluch, Dossembach y Schiltebach, de dos tramos de 15^m00 cada uno.

El ancho de la vía y todas sus partes componentes, es enteramente igual á la de Vitznau, á excepcion de los rails, que pesan 20 kilogramos por metro lineal, en vez de 16'50 idem de aquella.

La cremallera adoptada para esta línea, difiere únicamente de la del camino de Vitznau en el peso.

Se compone de dos barras de hierro laminado y angulares en sus extremos, las cuales presentan una seccion transversal de esta forma, [=] en las que van remachados los dientes, que afectan una seccion trapezoidal de 0^m036 de altura, 0^m55 de ancho en la base y 0^m036 en la parte superior. Pesa 54 kilogramos por metro lineal, y está formada de trozos de tres metros de longitud cada uno, enlazados entre sí por medio de planchas de union sujetas á las traviesas con fuertes tornillos ó tira-fondos.

Los cambios de vía al principio eran iguales á los de la referida línea de Vitznau, pero Mr. Riggerbach los substituyó por otros, que se asemejan mucho á las simples agujas que se usan al efecto en los ferro-carriles ordinarios, con la diferencia de tener colocada la cremallera

en el eje, y es en parte movable para que se ponga en comunicacion con la otra vía.

Las locomotoras que hacen el servicio en la parte baja, ó sea el corto trecho de Arth á Oberarth, son del sistema ordinario; las que recorren la parte alta, desde este último punto á Reighi-Kulm, son de montaña ó de engranaje; pero de un sistema perfeccionado por el mismo autor de esa clase de líneas, y director de los grandes talleres de construcción de máquinas, Mr. Riggerbach.

Estas nuevas locomotoras no tienen la caldera vertical, sino que va colocada paralelamente al bastidor y dispuesta de manera que, en una rampa de 10 por 100, se encuentra en una posición enteramente horizontal.

Está provista de tampones ó aparatos usuales para amortiguar las sacudidas naturales de arranque y parada, así como también de los de engancho por si se quiere unir los coches.

La fuerza motriz de la máquina, que pesa 17 toneladas, se ejerce por el engranaje de la gran rueda dentada en la cremallera, por medio del eje motor de cigüeñas, y de la transmisión con las ruedas dentadas en la proporción de 1: 2'4. La gran rueda dentada del eje motor, tiene un diámetro de 1^m055 y 33 dientes, y por medio de la rotación de esta rueda todo el tren marcha, siendo al efecto de acero fundido de superior calidad, y sus dientes están cortados con máquina y en frío.

Los aparatos para frenar ofrecen una triple seguridad: 1.º El freno á cargo del maquinista, que obra directamente sobre el eje motor que gobierna las vielas. 2.º El freno del fogonista, que opera sobre el eje de delante. 3.º El freno de aire comprimido, que por medio del aire comprimido en los cilindros, obra directamente sobre la rueda dentada por medio de las vielas y engranes; por último, como á 4.º medio de seguridad, puede emplearse el dar contra-vapor.

Los coches de esta línea son muy despejados por los dos lados y provistos de vidrieras y cortinillas para resguardarse del sol y de la lluvia. Las testeras de los mismos están construidas con bastidores y cristales, al objeto de que los pasajeros puedan ver por todas partes los diferentes panoramas que se ofrecen á la vista del espectador durante el viaje.

Los hay de dos dimensiones ó modelos diferentes; el uno es capaz para 54 personas y el otro para 30; pero de igual sistema y con un guarda-freno en cada uno de ellos, colocado en la parte superior de delante que inspecciona continuamente la vía.

En uno de los ejes de cada coche se halla adaptada la rueda dentada con el freno, que opera sobre el costado de la misma, y cuando este freno está flojo ó no funciona, la rueda obra libremente en la cremallera; si se aprieta ó se quiere efectuar la operacion de frenar, los dientes de la rueda hacen resistencia contra los de la cremallera, y el coche se para inmediatamente.

Estos coches recorren toda la longitud de la línea, tanto por la vía ordinaria, como por la de la cremallera, puesto que en donde ésta no existe la rueda dentada no tiene donde engranar; por lo tanto, el coche funciona únicamente con las cuatro ruedas de soporte.

La explotacion de esta línea se efectúa de la manera siguiente:

Desde la estacion de partida, Arth, hasta la de Oberarth, cuya distancia es de 1.395^m 00 y la rampa máxima es solamente de 2,30 por 100, la explotacion se efectúa por el sistema ordinario, es decir, con trenes compuestos de una locomotora ó de simple adherencia, unida á varios coches, cuyo número es menor ó mayor, segun sea el de pasajeros á trasportar, y desde la referida estacion de Oberarth á la cúspide del Righi, el servicio se hace con las locomotoras de montaña.

En la estacion de Oberarth, punto en que se empieza la vía á cremallera, están prevenidas las locomotoras de montaña, y al llegar el tren, cada una de éstas toma á su cargo dos coches del mismo, y colocándose tras de ellos, emprende la marcha ascendente sin pérdida de tiempo ni molestia alguna para los pasajeros, toda vez que no tienen que cambiar de coche.

Para el trayecto descendente, la posicion de los trenes, maniobras y medidas de seguridad, son exactamente las mismas que para el trayecto ascendente, y la velocidad, tanto en un sentido como en el otro, en la parte alta, es de 8 á 10 kilómetros por hora, y de 14 á 15 idem en la baja.

No concluiremos estas consideraciones generales, que han de servir de base para el proyecto que presentamos, sin hacer mencion de las nuevas locomotoras mixtas que ha creado monsieur Riggerbach, á las cuales les ha dado este nombre porque funcionan de dos maneras diferentes; esto es, por medio de la simple adherencia ó por medio de engranaje con la cremallera; de manera que cuando la máquina trabaja por medio de la rueda dentada, las cuatro ruedas ordinarias trabajan sólo como á sustentantes,

mientras que cuando trabaja por la adherencia solamente, la rueda dentada está inmóvil.

Estas locomotoras funcionan desde el mes de Octubre del año 1876 en la línea que sirve para la explotacion de las minas de hierro de Wasserailluigen hasta los talleres nacionales de Wuttemverk, y remontan 12 vagones cargados de mineral en la rampa de 7,87 por 100, que tiene la longitud de 780^m,00.

En Rutti, para el servicio del gran establecimiento de Mr. Gaspar Honnegger y la corta línea que une dicho establecimiento con la estacion del ferro-carril, funcionan tambien las locomotoras del sistema mixto, solamente que son mucho más pequeñas que las de Wasserailluigen, pues pesan únicamente 10 toneladas y remolcan 25 idem en la rampa de 10 por 100.

Trabajando á simple adherencia y en rampa horizontal remolca un peso de.	300'000 toneladas.
En rampas de 1 por 100.	150'000 id.
Idem de 2 por 100.	90'000 id.
En rampas de 2'50 por 100.	70'000 id.

Se construyen, como es natural, locomotoras más grandes y de peso 18 á 30 toneladas, pudiendo desarrollar una potencia de 160 á 400 caballos; de modo que en una rampa de 24 por 100 remolcan un tren compuesto de dos coches con los pasajeros en cada uno, con más sus equipajes, ó sea en conjunto un peso aproximado de 25 á 30 toneladas.

El empleo de las locomotoras mixtas es muy ventajoso en las líneas que las circunstancias especiales del terreno han obligado al establecimiento de dos clases de vía distinta, la comunemente usada y además la de cremallera. Al efecto, es necesario colocar en los puntos de interseccion ó de cambio de sistema de vía, un pequeño y sencillo aparato para que, al entrar la locomotora en la vía de cremallera, el engrane de la rueda dentada se efectúe directamente sin necesidad de parar la máquina, ni practicar operacion alguna de tanteo, como se hacía al principio de la explotacion de este sistema. Este aparato, inventado por los ingenieros MM. Riggerbach y Heims, consiste en que el primer trozo de la cremallera, de 2^m,38 de longitud, descansa al principio sobre un resorte; sus dientes y claros primeros se van agrandando progresivamente hasta el tamaño general, de lo cual resulta que el paso de los trenes por los cam-

bios de sistema de vía se efectúa directamente con toda seguridad y sin sacudimiento de ninguna especie.

Concluiremos este artículo manifestando que la experiencia práctica de explotación durante 7 años sobre los diversos ferro-carriles de montaña ó de cremallera del sistema Riggenbach, con rampas hasta de 25 por 100, ha probado que ningun otro sistema de caminos de hierro empleado hasta el día ofrece tan alto grado de seguridad como el que estamos describiendo.

En las rampas de más de 3 por 100 de los ferro-carriles ordinarios las máquinas no trabajan con la precisión deseada, si los rails se encuentran mojados por causa de las nieblas, lluvias, etc., etc., y patinan en la subida, así como muchas veces apenas pueden contenerlas los frenos naturales á la bajada.

Los caminos de hierro de cremallera no están sujetos á estas irregularidades; tanto á la subida como á la bajada, la marcha de los trenes se efectúa con toda la precisión deseable, pues que la lluvia, la niebla, la nieve, ni alguna sustancia grasa, estorban para nada los movimientos de las máquinas, y el número y disposición de sus potentes frenos ofrecen una completa seguridad.

Otra de las ventajas es la mayor duración de los rails, que está calculada 30 por 100 en más sobre los otros caminos ordinarios, y la experiencia de ocho años ha probado que los dientes de la cremallera soportan el paso de un millón de trenes, lo que representa en una línea de grandísimo tráfico una duración aproximada de 100 años, y los dientes de la rueda dentada no deben rehacerse sino después de un recorrido de 30 á 40 mil kilómetros.

Dadas á conocer las consideraciones que nos han impulsado á no hallar obstáculo á la realización de este sistema, que ofrece, como se ha demostrado, la mayor seguridad, creemos oportuno, antes de pasar más adelante, describir las circunstancias que distinguen la montaña de Montserrat para demostrar el interés general que debe inspirar en España el proyecto que nos ocupa, hoy precisamente que se están prefiriendo inferiores recreos del extranjero, cuando nos los ofrece mayores nuestra patria.

(Se continuará.)

CONSIDERACIONES

SOBRE EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO

POR

M. BECHMANN,

Ingeniero de Puentes y Calzadas

Y

LICENCIADO EN DERECHO.

(Continuacion).

CAPÍTULO II.

CONSERVACION DE LAS FRONTERAS DEL MAR.

Bajo esta denominacion se confunden de ordinario diversas operaciones que racionalmente podrian agruparse en dos categorías enteramente distintas, á saber: una comprendería cuanto se refiere á la defensa del litoral contra los embates del mar, á la lucha contra los agentes naturales, que tienden constantemente á modificar el contorno de las costas: otra la proteccion de la zona de dominio público, para evitar las usurpaciones de los particulares; la lucha contra los intereses privados, que tienden á repeler hácia el mar los límites naturales ó artificiales del dominio público marítimo, ó sea, por una parte, la construccion y conservación de ciertas obras de defensa, y por otra el trazado de la línea de demarcacion del dominio público; línea que hay que hacer respetar. Tal es la doble mision que está llamada á realizar en este punto el Ministerio ó Administracion de Obras públicas.

Vigilar las continuas modificaciones de las costas, estudiar sus causas, deducir las consecuencias que de ellas se deriven, *é intervenir siempre que los intereses generales pudieran quedar comprometidos*: hé aquí sin duda alguna la regla que hay que aplicar, regla no escrita, pero que está en la conciencia general y que se ha seguido constantemente.

Hay que reconocer, sin embargo, que su aplicacion no deja de presentar dificultades, porque á veces es difícil determinar con precisión dónde comienza y dónde termina el interés público, y si el Estado puede, ó tiene la estricta obligacion de intervenir. En cada caso, si bien no puede establecerse nada fijo, en tésis general, suelen servir de norma las circunstancias á los usos locales.

La Administracion, aunque encargada de la conservacion de las costas, no por eso tiene la mision de defenderlas en absoluto contra la

Perfiles longitudinales de los ferro-carriles de montaña en explotación y construidos con rail central a cremallera Sistema Riggembach.

